

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-148776

(43)Date of publication of application : 29.05.2001

(51)Int.Cl. H04N 1/387
G06T 1/00
H04N 1/41
H04N 1/46

(21)Application number : 11-328427

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 18.11.1999

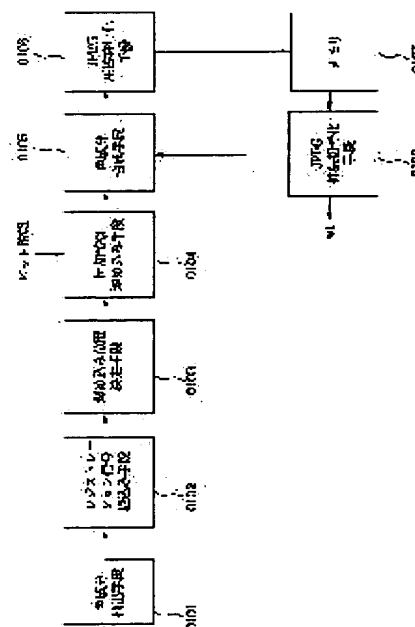
(72)Inventor : MURAKAMI TOMOCHIKA
HAYASHI JUNICHI

(54) IMAGE PROCESSING UNIT AND METHOD AND STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently imbed electronic watermark information to a gray scale image while suppressing deterioration in the image quality.

SOLUTION: The image processing unit that imbeds electronic watermark information to a monochrome image is provided with an entry means that inputs monochrome image data one pixel of which consists of one component, a conversion means that converts the format of the monochrome data into the format of color image data one pixel of which consists of a plurality of components, and an imbedding means that imbeds the electronic watermark information not to all of the components of the color image data obtained by the conversion means but to part of the components.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-148776

(P2001-148776A)

(43)公開日 平成13年5月29日(2001.5.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 4 N 1/387		H 0 4 N 1/387	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00		1/41	C 5 C 0 7 6
H 0 4 N 1/41		G 0 6 F 15/66	B 5 C 0 7 8
1/46		H 0 4 N 1/46	C 5 C 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 33 頁)

(21)出願番号 特願平11-328427
(22)出願日 平成11年11月18日(1999.11.18)

(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)発明者 村上 友近
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内
(72)発明者 林 淳一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内
(74)代理人 100090538
弁理士 西山 恵三 (外1名)

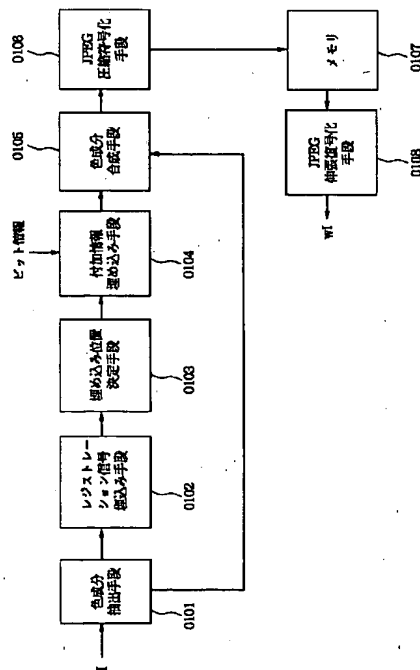
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置及び方法及び記憶媒体

(57)【要約】

【課題】 グレイスケールの画像に対して画質の劣化を抑えつつ効率良く電子透かし情報を埋め込むことを目的とする。

【解決手段】 単色画像に電子透かし情報を埋め込む画像処理装置であって、1画素が1成分で構成される単色画像データを入力する入力手段と、該単色画像データを、1画素が複数成分で構成されるカラー画像データにフォーマット変換する変換手段と、該変換手段により得られたカラー画像データの全てではなく一部の成分に電子透かし情報を埋め込む埋め込み手段とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単色画像に電子透かし情報を埋め込む画像処理装置であって、

1 画素が 1 成分で構成される単色画像データを入力する入力手段と、

該単色画像データを、1 画素が複数成分で構成されるカラー画像データにフォーマット変換する変換手段と、
該変換手段により得られたカラー画像データの全てではなく一部の成分に電子透かし情報を埋め込む埋め込み手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記カラー画像データは、1 画素が赤、緑、青色成分で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記カラー画像データは、1 画素が輝度、色差成分で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記カラー画像データは、1 画素が少なくともイエロー、マゼンダ、シアン成分で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 更に、前記カラー画像データを、1 画素が輝度と色差の成分で構成される別のカラー画像データに変換する変換手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 更に、前記輝度、色差成分で構成されるカラー画像データを圧縮符号化する符号化手段を有することを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 更に、前記輝度、色差成分で構成されるカラー画像データを圧縮符号化する符号化手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 単色画像に電子透かし情報を埋め込む画像処理方法であって、

1 画素が 1 成分で構成される単色画像データを入力する入力ステップと、

該単色画像データを、1 画素が複数成分で構成されるカラー画像データにフォーマット変換する変換ステップと、

該変換ステップで得られたカラー画像データの全てではなく一部の成分に電子透かし情報を埋め込む埋め込みステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】 単色画像に電子透かし情報を埋め込む画像処理プログラムをコンピュータから読み取り可能な状態に記憶した記憶媒体であって、前記プログラムは、

1 画素が 1 成分で構成される単色画像データを入力する入力ステップと、

該単色画像データを、1 画素が複数成分で構成されるカラー画像データにフォーマット変換する変換ステップと、該変換ステップで得られたカラー画像データの全てではなく一部の成分に電子透かし情報を埋め込む埋め込みステップとを有することを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力画像データに電子透かし情報を人間の目に識別しにくく埋め込む為の画像処理装置及び方法及びこの方法を記憶した記憶媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータとそのネットワークの急速な発達及び普及により、文字データ、画像データ、音声データなど、多種の情報がデジタル化されている。デジタル情報は、経年変化などによる劣化がなく、いつまでも完全な状態で保存できる一方、容易に複製が可能であり、著作権の保護が大きな問題となっている。

【0003】そのため著作権保護のためのセキュリティ技術は急速に重要性を増している。

【0004】著作権を保護する技術の一つに“電子透かし”である。電子透かしとは、デジタルの画像データや音声データ、文字データなどに人に知覚出来ない形で著作権保有者の名前や購入者の IDなどを埋めこみ、違法コピーによる無断の使用を追跡する技術である。

【0005】また電子透かしには著作権保護だけでなく、あらかじめデジタルデータに情報を埋めこみ、デジタルデータの埋めこまれた規則による情報の整合性を取ることで、デジタルデータに加えられた改竄位置検出などの技術にも応用されている。

【0006】電子透かしは一般的に、デジタルデータの中で変更が加えられても人が知覚しにくい部分を加工することにより、情報を埋めこむ方法を用いているため、電子透かしが埋めこまれたデジタルデータの「オリジナルと比較した品質」「電子透かしの耐性の強さ」「埋め込み可能な情報量」の 3 つはトレードオフの関係になっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来、グレイスケールの画像に電子透かしを埋め込む場合には、単に単色画像データとして濃度値を変換していたので、画質劣化が大きいという問題があった。

【0008】本発明は上記従来例に鑑みて成されたものであり、グレイスケールの画像に対して画質の劣化を抑えつつ効率良く電子透かし情報を埋め込むことを目的とする。

【0009】特に、元の画像データは、輝度、色差成分で構成されるカラー画像データとして J P E G 方式等で圧縮符号化されることを考慮して、効率良く電子透かし情報を埋め込むことを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する為に本発明の画像処理装置によれば、単色画像に電子透かし情報を埋め込む画像処理装置であって、1 画素が 1 成分で構成される単色画像データを入力する入力手段と、該

単色画像データを、1画素が複数成分で構成されるカラー画像データにフォーマット変換する変換手段と、該変換手段により得られたカラー画像データの全てではなく一部の成分に電子透かし情報を埋め込む埋め込み手段とを有することを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】**【1 電子透かし埋め込み装置】**以下、本実施の形態における電子透かし埋め込み装置の概要について図を用いて説明する。

【0012】図1に、本実施の形態における電子透かし埋め込み装置を示す。図1に示す様に、電子透かし埋め込み装置は、色成分抽出手段0101、レジストレーション信号埋め込み手段0102、埋め込み位置決定手段0103、付加情報埋め込み手段0104、色成分合成手段0105、JPEG圧縮符号化手段0106、メモリ0107、JPEG伸長復号化手段0108から構成される。

【0013】電子透かし埋め込み装置には、画像データIが入力される。これは1画素当たり所定の複数ビットが割り当てられた多値画像データである。

【0014】なお、本実施の形態では、入力される画像データIがグレースケール画像データであってもカラー画像データであっても対応可能である。グレースケール画像データは、1画素当たり1種類の要素から構成されているものであり、カラー画像データは、1画素当たり3種類の要素から構成されているものとする。この3種類の要素とは本実施の形態では赤色成分(R)、緑色成分(G)、青色成分(B)である。しかしながら、別の色成分の組み合わせにも本発明は適用可能である。

【0015】電子透かし埋め込み装置に入力された画像データIは、まず色成分抽出手段0101に入力される。

【0016】入力された画像データIがカラー画像データである場合には、色成分抽出手段0101においてこのカラー画像データから青色成分だけを分離し、後段のレジストレーション信号埋め込み手段0102に出力する。

【0017】一方その他の色成分は後段の色成分合成手段0105に出力する。即ちここでは、電子透かし情報が埋め込まれるべき色成分のみが分離されて電子透かしの処理系に送出される。

【0018】本実施の形態においては青色成分に対して電子透かし情報の埋め込みが行われる。これは赤色成分、青色成分、緑色成分の中で、人間の視覚にとっては青色成分が最も鈍感であることによる。よって青色成分に電子透かし情報を埋め込むことは、他の色成分に対して電子透かし情報を埋め込むことに比べて、電子透かし情報による画質劣化が人間の目に知覚しにくくなる効果がある。

【0019】また、入力された画像データIがグレイ

スケール画像データである場合には、色成分抽出手段0101はグレースケール画像データを一旦疑似的なカラー画像データに変換する。

【0020】ここでいう疑似的なカラー画像データとは、1画素当たり3種類の要素から構成されるカラー画像データであるが、本実施の形態では、3種類の要素(R, G, B)の値が全て等しい画像データになる。

【0021】グレースケール画像データは上記疑似的なカラー画像データに変換され、このカラー画像データの中の青色成分(B)が抽出され、レジストレーション信号埋め込み手段0102へ出力される。

【0022】一方その他の色成分は後段の色成分合成手段0105に出力する。この様にして、上述したカラー画像データの場合と同様に、全ての色成分ではなく青色成分のみに対して電子透かし情報が埋め込まれることとなる。

【0023】なお、以後の説明では、画像データIがカラー画像データである場合とグレースケール画像データである場合とは、できるだけ区別しない様に説明する。即ち、カラー画像データと疑似的なカラー画像データとは区別しない様に説明する。

【0024】次に、レジストレーション信号埋め込み手段0102について説明する。ここで、レジストレーション信号とは、付加情報Infの抽出の前処理として幾何的な補正を実行する為に必要とされる信号である。

【0025】レジストレーション信号埋め込み手段0102には、色成分抽出手段0101で得られた青色成分の画像データが入力される。レジストレーション信号埋め込み手段0102では、画像データに対して一種の電子透かしの技術を用いてレジストレーション信号が埋め込まれる。即ち、レジストレーション信号を埋め込まれた画像データにおいて、人間の視覚はレジストレーション信号を知覚することができない。このレジストレーション信号の埋め込み方法等、詳細は後述する。

【0026】レジストレーション信号埋め込み手段0102はレジストレーション信号が埋め込まれた画像データを出力する。

【0027】次の埋め込み位置決定手段0103は、レジストレーション信号埋め込み手段0102から入力される画像データにおける、付加情報Infの埋め込み位置を決定する。

【0028】埋め込み位置決定手段0103は、入力された画像データと共に、画像中に付加情報Infを埋め込む位置を表す制御データを付加情報埋め込み手段0104に出力する。

【0029】付加情報埋め込み手段0104は、上記画像データと制御データに加えて、付加情報Inf(複数のビット情報)を入力する。この付加情報Infは、青色成分の画像データにおける上記決定された埋め込み位置に、電子透かし技術を用いて埋め込まれる。この電子透

かしの技術を用いた付加情報Infの埋め込みについても後述する。

【0030】付加情報埋め込み手段0104からは付加情報Infが埋め込まれた画像データが出力され、色成分合成手段0105に入力される。

【0031】色成分合成手段0105は、前段（付加情報埋め込み手段0104）までに処理された青色成分と、色成分抽出手段0101から直接入力される赤色成分及び緑色成分とを用いて、通常のカラー画像データの形態に合成する。

【0032】色成分合成手段0105で得られたカラー画像データは、続いてJPEG圧縮符号化手段0106に出力される。JPEG圧縮符号化手段0106は、入力された赤色成分、青色成分、緑色成分で構成されるカラー画像データを輝度、色差成分で構成されるカラー画像データに変換し、JPEG圧縮符号化を行う。

【0033】JPEG圧縮符号化手段0106で圧縮されたJPEG圧縮データは、一旦メモリ0107に格納される。そして外部機器への送信、或いは印刷される際のタイミングに合わせてこのメモリから読み出され、後

段のJPEG伸長復号化手段0108に出力される。

【0034】JPEG伸長復号化手段0108は、上記JPEG圧縮データを伸長してカラー画像データwlとして出力する。このデータwlは外部機器へ送信されたり、印刷用のデータ（YMCK）に変換された後に印刷に使用されたりする。

【0035】以上の処理により、レジストレーション信号及び付加情報Infが電子透かし技術によって埋め込まれた画像データwlが出力される。

【0036】なお、本実施の形態ではこの画像データwlに種々の幾何的な歪みを生じる攻撃が加えられるものとして説明する。例えば、ユーザーによる意図的な画像編集であり、或いは画像データwlを印刷した後、印刷物をスキャナ等でスキャンニングする動作である。攻撃を受けた画像データは後述する図2のwl'となる。

【0037】以上説明した各手段による全体の流れを、図31に示すフローチャートを用いて説明する。

【0038】まずステップ3102において画像データIが色成分抽出手段0101に入力される。これは写真や印刷物をスキャナなどで読み取り、画像データを生成する工程も含む。更に青色成分を分離し、後段のレジストレーション信号入力に使用する。

【0039】次に、ステップ3103においてレジストレーション信号を発生し、このレジストレーション信号がステップ3104で埋め込まれる。このステップ3104におけるレジストレーション信号埋め込み処理は、図1におけるレジストレーション信号埋め込み手段0102の内部で実行される処理に相当し、詳細な説明は後述する。

【0040】更に、ステップ3105によりマスクが作

成され、作成されたマスクは、ステップ3106に入力され、埋め込みビット情報と埋め込み位置の関係を規定する。ステップ3107ではマスクを拡大マスクに拡張する。このマスク・パターン配列対応手段についても詳細な説明は後述する。

【0041】ステップ3103、3104においてレジストレーション信号が埋め込まれた画像データに対して、ステップ3108において付加情報Infが埋め込まれる。この付加情報埋め込み処理はマクロブロック単位で付加情報Infを画像全体に繰り返し埋め込む。この処理は後述の図10で詳細に述べる。ここで、マクロブロックとは、最小埋め込み単位のことを示し、このマクロブロックに相当する画像領域に1つの完結した付加情報Infの全情報が埋め込まれる。

【0042】ステップ3109では、付加情報Infが埋め込まれた画像データにJPEG圧縮符号化、メモリ格納、JPEG伸長復号化を施した後、画像データwlとして出力する。この画像データwlは、後述する図32の電子透かし抽出開始処理が実行される前に、種々の幾何的な歪みを生じる攻撃が加えられるかもしれない。

【0043】[2 電子透かし抽出装置]次に、本実施の形態における電子透かし抽出装置の概要について説明する。

【0044】図2に、本実施の形態における電子透かし抽出装置を示す。図2に示す様に、電子透かし抽出装置は、色成分抽出手段0201、レジストレーション手段0202、及び付加情報抽出手段0203から構成される。

【0045】電子透かし抽出装置には、画像データwl'が入力される。画像データwl'は画像データwlに対して種々の幾何的な歪みを生じる攻撃を受けている可能性を有する画像データである。攻撃には、JPEG圧縮などの非可逆圧縮、スケーリング、回転、印刷&スキャンなど種々のものを含み、更にこれらの組合せも考えられる。

【0046】従って、画像データwl'とwlとは内容が同一であることが理想的ではあるが、実際にはこの2つの画像データは内容が著しく異なっていることが多い。

【0047】色成分抽出手段0201は、画像データwl'を入力し、青色成分を抽出した後、この青色成分の画像データを後段のレジストレーション手段0202へ出力する。画像データwl'のうち、青色成分以外の赤色成分、及び緑色成分は必要無いのでここで廃棄される。

【0048】レジストレーション手段0202には、色成分抽出手段0201で得られた青色成分の画像データwl'iが入力される。そしてこの青色成分の画像データwl'iを用いて、幾何学的な歪みが補正された画像データwl'2'を生成する。

【0049】上述した様に、画像データwl'は画像データwlとは異なるスケールである可能性を有するのに対

じ、画像データwl2'は画像データwlと必ず同一のスケールになる。この理由、及び画像データwl2'を画像データwlと同じスケールにする処理の詳細は後述する。

【0050】付加情報抽出手段0203は、付加情報埋め込み手段0103での埋め込み方式に合わせた所定の処理を施すことによって、画像データwl2'に埋め込まれている付加情報Infを抽出することが可能であり、抽出された付加情報Infを出力する。

【0051】以上説明した各手段による全体の流れを、図32のフローチャートを用いて説明する。まずステップ3202では画像データwl'が入力される。この画像データwl'は、画像データwlであると予想される画像データをネットワークやメモリから読み出したり、画像データwlに基づいて印刷した物をスキャナ等でスキャンニングしたりすることで得られる。後者の場合には画像データwl'は画像データwlとは著しく異なっている可能性が非常に高い。

【0052】また、この画像データwl'の青色成分のみを抽出され、次のステップに使用される。次に、ステップ3203では、入力された青色成分の画像データwl'のスケールが補正される。

【0053】更にステップ3204では、入力された青色成分の画像データのオフセットwl1'が補正される。このスケール合わせ処理は、図2のレジストレーション手段0202の内部で実行される処理であり、詳細な説明は後述する。

【0054】次に第1のパターン配列を用いた抽出処理がステップ3206において、第2のパターン配列を用いた抽出処理がステップ3205において、スケールとオフセットが既に補正された画像データwl2'から、夫々埋め込まれている付加情報Infが抽出される。

【0055】統計検定ステップ3207では、上記抽出された付加情報Infの確からしさを算出、判定され、正しい付加情報Infではないと判定されればステップ3202に戻り、付加情報Infが埋め込まれていると考えられる画像を入力しなおす。一方、充分正確な付加情報Infであると判定された場合には、ステップ3208の比較処理により付加情報Infの抽出を行う。また、ステップ3210では上記確からしさを示す情報を後述する信頼性指標Dとして表示する。

【0056】以上のオフセット合わせ処理、及び第1のパターン配列を用いた抽出処理、及び第2のパターン配列を用いた抽出処理、及び統計検定処理、及び比較処理は、図2の付加情報抽出手段0203の内部で実行される処理であり、詳細な説明は後述する。

【0057】[3 各部の詳細説明] 次に、各部の詳細な説明をする。

【0058】まず、電子透かし抽出側におけるレジストレーション手段0202、ステップ3203、が実行するレジストレーションという処理について説明する。

【0059】レジストレーション処理とは付加情報Infの抽出の際に、電子透かし抽出装置に入力された画像データwl'から付加情報Infが抽出できる様にする前処理である。一般に、「レジストレーション処理」という用語は、スケール合わせ処理だけではなく、位置合わせ処理なども含む意味を持つ。しかし、本実施の形態では、位置合わせ処理は、付加情報Infの一部として埋め込まれた位置情報を利用するため、付加情報抽出手段に含めて説明を行う。

【0060】以下では、まず印刷系の処理が施された画像データがどのような変化を受けるかを考える。そして、その様な変化に対するレジストレーション処理を考察し、印刷系に対するレジストレーション処理を考察する。

【0061】電子透かし抽出装置には、電子透かし埋め込み装置から出力された画像データwlがそのまま入力されるとは限らない。

【0062】例えば、画像データwlがYMCKインクジェットプリンタによって印刷され、この印刷物をスキャナでスキャンニングする場合を挙げて考察する。

【0063】この時、プリンタによる出力解像度と、スキャナによる入力解像度が異なる場合には、元のカラー画像データwlとスキャンニングで得られた画像データのスケールは異なってしまう。よって、得られた画像データwl'からはそのまま正確に付加情報Infを抽出できる可能性は少ない。従って、これらのスケールの違いを補正できる手段を備えておくことが必要である。

【0064】本実施の形態では、入力解像度と出力解像度の両方が既知である為、これらの比からスケールの比を算出できる。例えば、出力解像度が600dpiであり入力解像度が300dpiである場合には、印刷前の画像とスキャンニング後の画像のスケールの比は2倍である。よって、算出されたスケールの比にしたがって、適当なスケーリングアルゴリズムを用いて画像データwl'に対してスケーリングを施す。これにより画像データwlと画像データwl'が表す画像サイズを同じスケールにできる。

【0065】しかし、全ての場合に出力と入力の解像度が既知であるとは限らない。双方の解像度が既知でない場合には、上述の方法は使用できない。この場合には、スケールの違いを補正する手段に加えて、更にスケールの比を知る手段が必要である。

【0066】また、画像データwlに印刷系の処理が施された画像は、スキャナのスキャンニングにより入力された後には図3に示す様な画像となる。図3においては0301全体が画像データwl'が表す画像である。この画像データ0301は、画像データwlにより表される本来の画像0302と白色の余白部分0303から構成される。この様な余白は、ユーザーがマウスなどによって切り取った場合には不正確になってしまう。

【0067】以上挙げた点が、印刷系を介して得られた

画像データ wl' を表す画像には、必ず生じていると考えられ、画像データ wl に印刷系の処理が施される場合であれば、これらを解決する必要がある。このスキヤニングによる位置ズレに対する位置合わせ処理は、付加情報抽出処理0203におけるオフセット合わせ処理にて行う。

【0068】以上、電子透かしを抽出する前に印刷系の処理を少なくとも1度介してから画像データを得る場合について説明したが、この様な状況は人為的な編集によっても起こり得る。

【0069】以下、入出力解像度の比が不明である場合を想定し、上記スケールの違いが生ずる問題点を解決する為に備えられた、レジストレーション信号埋め込み手段及びレジストレーション手段について説明する。

【0070】[3-1 レジストレーション信号埋め込み処理] まず、レジストレーション信号埋め込み手段0102 (ステップ3104) について詳細を説明する。

【0071】レジストレーション信号埋め込み手段0102は、付加情報埋め込み手段0104よりも前に位置するものである。この手段0102は、図2のレジストレーション手段における画像データ wl' のレジストレーションに参照されるレジストレーション信号を、元の画像データに予め埋め込むものである。このレジストレーション信号は、電子透かし情報として人間の目に見えにくく画像データ (本実施の形態ではカラー画像データの青色成分) に埋め込まれる。

【0072】図4にレジストレーション信号埋め込み手段0102の内部構成を示す。レジストレーション信号埋め込み手段0102は、図4のブロック分割手段0401、フーリエ変換手段0402、加算手段0403、逆フーリエ変換手段0404、ブロック合成手段0405から構成される。以下、各手段の詳細について解説する。

【0073】ブロック分割手段0401は、入力された画像データを互いに重ならない複数のブロックに分割する。このブロックのサイズは本実施の形態においては2のべき乗に定める。実際はこれ以外のサイズでも適応可能であるが、ブロックのサイズが2のべき乗である場合は、ブロック分割手段0401の後に結合されるフーリエ変換手段0402において高速の処理を行うことが可能である。

【0074】ブロック分割手段0401により分割されたブロックは、二つの集合 l_1 と l_2 に分けられ、このうち l_1 は後段のフーリエ変換手段0402に入力され、 l_2 は後段のブロック合成手段0405に入力される。本実施の形態では、 l_1 としては、ブロック分割手段0401により得られた各ブロックのうち、画像データ l の中で最も中心付近に位置する一つのブロックが選択され、残りのブロックは全て l_2 として選択される。

【0075】これは、本実施の形態が少なくとも一つの

ブロックを用いることで実現可能であり、ブロックの数が少ない方が処理時間を短縮できることによる。しかしながら本発明はこれに限らず、 l_1 として二つ以上のブロックを選択する場合も範囲に含む。

【0076】また、どの様なサイズでブロックに分割され、どのブロックがレジストレーション信号の埋め込み対象に選択されるかという情報は、電子透かし埋め込み装置と、電子透かし抽出装置で共有する必要がある。

【0077】ブロック分割手段0401の分割で得られた画像データの一部分 l_1 は、フーリエ変換手段0402に入力される。

【0078】次にフーリエ変換手段0402は、入力された画像データ l_1 に対してフーリエ変換を施す。入力された画像データ l_1 の元のデータ形態を空間領域と呼ぶのに対して、フーリエ変換された後のデータ形態を周波数領域と呼ぶ。フーリエ変換は、入力された全てのブロックに対して施される。なお本実施の形態では、入力されるブロックのサイズが2のべき乗であるので、処理の高速化の為に高速フーリエ変換を用いる。

【0079】高速フーリエ変換とは、フーリエ変換が $n \times n$ 回の演算量が必要とするのに対して、 $(n/2) \log_2(n)$ の演算量で実行可能な変換アルゴリズムである。ただしここで n は正の整数である。高速フーリエ変換とフーリエ変換は、演算結果を得る為の速度が違うだけであり、両者からは等しい結果が得られる。よって本実施の形態では、高速フーリエ変換とフーリエ変換を区別して説明しない。

【0080】尚、フーリエ変換により得られた周波数領域の画像データは振幅スペクトルと位相スペクトルによって表現される。このうち振幅スペクトルだけが加算手段0403に入力される。一方で、位相スペクトルは逆フーリエ変換装置0404に入力される。

【0081】次に、加算手段0403について説明する。加算手段0403には、上記振幅スペクトルと共に、レジストレーション信号と呼ばれる信号 r が別に入力される。レジストレーション信号の例としては、図5に示す様なインパルス信号が挙げられる。

【0082】図5では、フーリエ変換されて得られた2次元空間周波数成分のうちの振幅スペクトルが示されている。中心が低周波成分、周囲が高周波数成分である。0501は本来の画像成分が持っている信号成分の振幅スペクトルであり、写真等の自然画像に相当する信号では低域に多くの大きな信号が集中する。一方で高域にはほとんど信号が存在しない。

【0083】なお、本実施の形態では自然画像に一連の処理を施すことを想定して説明するが、本発明はこれに限らず、文書画像、CG画像等も同様に処理しても良い。ただし、本実施の形態は中間濃度が比較的多い自然画像を処理する場合に特に有効である。

【0084】図5は、自然画像の本来持つ信号0501

に対して周波数領域の信号の水平垂直ナイキスト周波数成分にインパルス信号0502、0503、0504、0505を加えた本実施の形態の一例である。この例の様に、レジストレーション信号はインパルス性の信号であることが望ましい。これは後述する電子透かし抽出装置において、レジストレーション信号だけを抽出しやすいからである。

【0085】図5では入力信号のナイキスト周波数成分に対してインパルス信号を加えているが、本発明はこれに限定されることはない。即ち、付加情報Infが埋め込まれた画像が攻撃を受けた場合にもレジストレーション信号が除去されないものであれば良い。上述した様に、JPEG圧縮などの非可逆圧縮方式はローパスフィルタ的な効果がある。よって、ここでの情報圧縮の対象となる高周波成分へインパルス信号を埋めこんでも、圧縮・伸張処理により除去されてしまう可能性がある。

【0086】一方で、低周波成分へのインパルスの埋め込みは、高周波成分への埋め込みと比べて、人間の視覚特性からノイズとして知覚されやすいという欠点がある。よって、本実施の形態では人間の視覚に認識しにくい第1の周波数以上であり、かつ非可逆圧縮・伸張処理により容易に除去されない第2の周波数以下である中間レベルの周波数へインパルス信号を埋め込むものとする。また、このレジストレーション信号は、加算手段0403に入力された各ブロック（本実施の形態では1ブロック）に対して加えられる。

【0087】加算手段0403は、周波数領域の画像データの振幅スペクトルにレジストレーション信号が加えられた信号を逆フーリエ変換手段0404に出力する。

【0088】逆フーリエ変換手段0404は、入力された周波数領域の画像データに対して逆フーリエ変換を施す。この逆フーリエ変換は、入力された全てのブロックに対して施される。上述のフーリエ変換手段0402の場合と同様に、入力されたブロックのサイズが2のべき乗であるので処理の高速化の為に高速フーリエ変換を用いる。逆フーリエ変換手段0404へ入力された周波数領域の信号は、逆フーリエ変換されることにより空間領域の信号に変換され出力される。

【0089】逆フーリエ変換手段0404から出力された空間領域の画像データは、ブロック結合手段0405に入力される。

【0090】ブロック結合手段0405は、ブロック分割手段0405で行われた分割と逆の処理を行う。ブロック結合手段0405の処理の結果、画像データ（青色成分）が再構成されて出力される。

【0091】以上、図1に示したレジストレーション信号埋め込み手段0102の詳細を述べた。

【0092】図4では、レジストレーション信号をフーリエ変換領域において埋め込む方式を説明した。一方で、レジストレーション信号を空間領域において埋め込む方

式も考えられる。この方式を図29を用いて説明する。

【0093】図29は、ブロック分割手段2901、加算手段2902、ブロック合成手段2903、逆フーリエ変換手段2904から構成される。

【0094】ブロック分割手段2901及びブロック合成手段2903は、図4におけるブロック分割手段0401及びブロック合成手段0405と同様の動作をする。レジストレーション信号埋め込み手段0102に入力される画像データはまずブロック分割手段2901に入力され、分割される。ここで得られたブロックは加算手段2902に入力される。一方で、レジストレーション信号rは逆フーリエ変換手段2904に入力され、逆フーリエ変換処理により信号r'に変換される。ここで、レジストレーション信号rは、図5に示したものと同様に周波数領域上の信号である。加算手段2902には、ブロック分割手段2901からのブロックと逆フーリエ変換手段2904からの信号r'が入力され、夫々加算される。加算手段2902から出力された信号はブロック合成手段2903に入力され、画像データ（青色成分）が再構成されて出力される。

【0095】以上図29の手段構成は、図4の手段構成と同様の処理を空間領域で行うものである。図4の手段構成に比べて、フーリエ変換手段を必要としないので高速な処理を行うことが可能である。

【0096】更に、図29の中で、信号r'は入力画像データIに対して独立な信号である。よって信号r'の算出、即ち逆フーリエ変換手段2904の処理は入力画像データIが入力される毎に実行される必要はなく、予めr'を生成しておくことが可能である。この場合には、図29の手段構成から逆フーリエ変換手段2904を除去することもでき、更に高速にレジストレーション信号を埋め込むことができる。このレジストレーション信号を参照するレジストレーション処理については後述する。

【0097】《パッチワーク法》本実施の形態では付加情報Infの埋め込みの為にパッチワーク法と呼ばれる原理を用いている。そこで、まずパッチワーク法の原理を説明する。

【0098】パッチワーク法では画像に対して統計的偏りを生じさせることによって付加情報Infの埋め込みを実現している。

【0099】これを図30を用いて説明する。図30においては、3001、3002は各々画素の部分集合、3003は画像全体である。画像全体3003から二つの部分集合A 3001とB 3002を選択する。

【0100】この二つの部分集合の選択方法は、互いに重ならなければ本実施の形態におけるパッチワーク法による付加情報Infの埋め込みが実行可能である。ただし、この二つの部分集合の大きさや選択方法は、このパッチワーク法によって埋め込まれた付加情報Infの耐性、即ち画像データwlが攻撃を受けた際に付加情報Inf

を失わない為の強度に大きく影響を及ぼす。これについては後述する。

【0101】今、部分集合A、Bはそれぞれ、 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 、 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ で表されるN個の要素からなる集合であるとする。部分集合Aと部分集合Bの各要素 a_i 、 b_i は画素値または画素値の集合である。本実施の形態ではカラー画像データ中の青色成分の一部に相当する。

【0102】ここで、次の指標dを定義する。

【0103】 $d = 1/N \sum (a_i - b_i)$

これは、二つの集合の画素値の差の期待値を示している。一般的な自然画像に対して、適当な部分集合Aと部分集合Bを選択し、指標dを定義すると、

$d \approx 0$

となる性質がある。以降ではdを信頼度距離と呼ぶ。一方で、付加情報Infを構成する各ビットの埋め込み操作として、

$a'_i = a_i + c$

$b'_i = b_i - c$

という操作を行う。これは部分集合Aの要素全てに対して値cを加え、部分集合Bの要素全てに対してcを減ずるという操作である。

【0104】ここで、先程の場合と同様に、付加情報Infが埋め込まれた画像から部分集合Aと部分集合Bを選択し、指標dを計算する。すると、

$d = 1/N \sum (a'_i - b'_i)$

$= 1/N \sum \{(a_i + c) - (b_i - c)\}$

$= 1/N \sum (a_i - b_i) + 2c$

$= 2c$

となり0にはならない。

【0105】即ち、ある画像が与えられた時に、画像に対して信頼度距離dを算出することによって、 $d \approx 0$ ならば付加情報Infは埋め込まれておらず、一方でdが0から一定量以上離れた値であるなら付加情報Infが埋め込まれていると判断できる。

【0106】以上がパッチワーク法の基本的な考え方である。

【0107】このパッチワーク法の原理を応用し、本実施の形態では複数のビットの情報を埋め込む。本方法においては、部分集合Aと部分集合Bの選択の方法についてもパターン配列によって定義している。

【0108】上述の方法においては、原画像の所定の要素に対してパターン配列の要素を加えたり減じたりすることによって、付加情報Infの埋め込みを実現している。

【0109】簡単なパターン配列の例を図9に示す。図9は、1ビットを埋め込む為に8×8画素を参照する場合の、元の画像からの画素値の変更量を示すパターン配列である。図9の様に、パターン配列は正の値を持つ配列要素、負の値を持つ配列要素、及び0の値を持つ配列

要素から構成される。

【0110】図9のパターンにおいて、+cの配列要素で示される位置は対応位置の画素値をcだけ上昇させる位置を示し、上述した部分集合Aに相当する位置である。一方-cの配列要素で示される位置は対応位置の画素値をc減少させる位置を示し、上述した部分集合Bに相当する位置である。また0で示される位置は上述した部分集合A,B以外の位置であることを示す。

【0111】本実施の形態では、画像の全体的な濃度を変化させない為にも正の値を持つ配列要素の個数と負の値を持つ配列要素の個数を等しくしている。即ち、1つのパターン配列において全ての配列要素の和が0になっている。なお、後述する付加情報Infの抽出操作の時にはこの条件が必須である。

【0112】以上の様なパターン配列を用いて付加情報Infを構成する各ビット情報の埋め込み操作を行う。

【0113】本実施の形態では、図9のパターンを元の画像データにおける互いに異なる領域に複数回配置して画素値を上昇/減少させることにより、複数のビット情報、即ち付加情報Infを埋め込む。言い換えれば、1つの画像の互いに異なる領域に、部分集合AとBの組み合わせだけでなく、部分集合A'とB'、部分集合A''とB''、...という複数の組み合わせを想定することで、複数のビットからなる付加情報Infを埋め込む。

【0114】なお、本実施の形態では元の画像データが大きい場合には、繰り返し付加情報Infを埋め込むことになる。これはパッチワーク法が統計的性質を利用してものであることから、統計的性質が現れるのに十分な数を必要とすることによる。

【0115】また、本実施の形態では複数ビットを埋め込む際にパターン配列を用いて画素値を変更する領域が重ならない様にする為、予め互いのビット同志でパターン配列を使用する相対位置を決定する。即ち、付加情報Infを構成する1ビット目の情報を埋め込む為のパターン配列の位置と、2ビット目の情報を埋め込む為のパターン配列の位置の関係は適切に定められる。

【0116】例えば付加情報Infが16ビットで構成されていれば、1～16ビット目の夫々の8×8画素のパターン配列の位置関係は、32×32画素よりも大きいサイズの領域上で画質劣化が少なくなる様に相対的に与えられる。

【0117】更に、上記付加情報Inf（これを構成する各ビット情報）は、画像データが大きい場合には、できるだけ多くの回数繰り返して埋め込む。これは、付加情報Infの各ビットを正しく抽出可能とすることが目的である。特に本実施の形態では、同一の付加情報Infが繰り返し埋め込まれていることを利用した統計的な計測を行うので、上記繰り返しは重要である。

【0118】以上説明した様な埋め込み位置の選択は、図1における埋め込み位置決定手段0103において実

行される。次に、この埋め込み位置決定手段の動作について説明する。

【0119】[3-2埋め込み位置決定処理]図11は埋め込み位置決定手段0103の内部構成を記している。

【0120】図11のマスク作成手段1101は、付加情報Infを構成する各ビット情報の埋め込み位置を規定する為のマスクの作成を行う。マスクとは、各ビット情報に対応するパターン配列(図9参照)の相対的な配置方法を規定する位置情報を備えたマトリクスである。

【0121】図17の1701にマスクの一例を示す。マスクの内部には夫々係数値が割り当てられており、各々の係数値はマスク内で等しい出現頻度を有している。このマスクを用いる場合であれば、最大16ビットからなる付加情報Infを埋め込むことが可能である。

【0122】次にマスク参照手段1102は、マスク作成手段1101で作成したマスクを読みこみ、マスク内の各係数値と、各ビット情報が何ビット目かの情報を対応付けて、各ビット情報を埋め込む為のパターン配列の配置方法を決定する。

【0123】更にマスク・パターン配列対応手段1103は、マスク内の各係数値の位置に各パターン配列の配列要素(8×8サイズ)を展開する。即ち、図17の1701に示されるマスクの各係数値(1マス)を、同図1702の様に8×8倍にして各パターン配列の埋め込み位置として参照可能とする。

【0124】後述の付加情報埋め込み手段0104は、図17の埋め込み先頭座標1702を参照して、パターン配列を用いて各ビット情報を埋め込むことになる。

【0125】なお、本実施の形態ではマスク作成手段1101に、画像データ(青色成分)を入力する毎に上記マスクを作成する。よって、大きいサイズの画像データを入力する場合には、複数回繰り返して同一の付加情報Infを埋め込むことになる。

【0126】上記の方法では画像から付加情報Infを抽出する場合に、上記マスクの構成(係数値の配列)が鍵の役割を果たす。即ち、鍵の所有者だけが情報の抽出を行えるという効果がある。

【0127】なお本発明は、リアルタイムにマスクを作成せず、予め作成しておいたマスクをマスク作成手段1101の内部記憶手段などに記憶させておき、必要時に呼び出す場合も範疇に含む。この場合には高速に後段の処理に移行することができる。

【0128】次に、埋め込み位置決定手段0103の中で実行される各処理の詳細を説明する。

【0129】[3-2-1 マスク作成手段]はじめに、マスク作成手段1101について説明する。

【0130】パッチワーク法を用いた付加情報Infの埋め込みにおいて、攻撃耐性を強める為に画素値に大きな操作を加えて情報を埋め込んだ場合(例えばパターン配列のCの値を大きく設定した場合)には、元の画像デー

タが表す画像において画素値の急激な変化の有るいわゆるエッジ部分では画質の劣化は比較的目立ちにくい、画素値の変化の少ない平坦部では画素値を操作した部分がノイズとして目立ってしまう。

【0131】図13に人間の目で知覚する空間周波数特性を示す。横軸は空間周波数(Radial Frequency)を示し、縦軸は視覚の応答値である。画素値を操作し、情報を埋め込んだ場合、人間の目が敏感に知覚できる低周波数領域では画質劣化が目立つことが図13から分かる。

【0132】その為本実施の形態では、多値画像の2値化処理に通常使用されているブルーノイズマスクやコーンマスクの特性を考慮し、各ビットに対応するパターンの配置を行う。

【0133】次にブルーノイズマスク、コーンマスクの特性について簡単な説明を行う。

【0134】まず初めにブルーノイズマスクの特性について説明する。

【0135】ブルーノイズマスクはどのような閾値で2値化してもブルーノイズパターンとなる特性を有する。このブルーノイズパターンとは空間周波数が高周波領域に偏った周波数特性を示すパターンである。

【0136】図37に、あるブルーノイズマスクの一部を示す。

【0137】また図14の1401には、閾値10で2値化したブルーノイズマスクの空間周波数特性の概略図を示す。

【0138】1401の横軸はRadial Frequencyであり、ブルーノイズマスクをフーリエ変換したときの原点(直流成分)からの距離を示している。縦軸はPower spectrumであり、横軸Radial Frequencyの示す距離にある振幅成分の2乗和をとり平均化した値である。なお、同図は画像の2次元周波数特性を1次元グラフ化し視覚的に分かりやすくしたものである。

【0139】図13と比較してみると、ブルーノイズマスクは高周波成分に偏りがある為、人間の目に知覚されにくいことが分かる。従って、インクジェットプリンタ等では、ドットを用いた面積階調で多値画像の階調を表現する際に、ブルーノイズマスクを用いることで、空間周波数成分を高周波に偏らせ、人の目に目立つことなく面積階調を表現できることが知られている。

【0140】次にブルーノイズマスクの生成過程の一例を以下に示す。

1. ホワイトノイズを生成する
2. 階調 g の2値画像 P_g (初期値はホワイトノイズマスク)にローパスフィルタリングを行い、多値画像 P'_g を生成
3. 階調 g (初期値:127)の画像とローパスフィルタリング画像 P'_g (多値)を比較し、誤差の大きい順に、2値画像 P_g の白黒の画素を反転させ、2値画像 P_{g+1} を得る。

4. 誤差が最小になるまで、2, 3の操作を繰り返し、2値画像 P_{g1} (初期値はホワイトノイズマスク)を少しずつ階調 g (初期値: 127) の2値画像 P_g (ブルーノイズマスク)に変えていく。

5. P_g 画像に階調 $g+1$ ($g-1$)の2値の黒(白)の点をランダムな位置に与え、2, 3の操作を繰り返し、 P_{g+1} (P_{g-1})を得る。

【0141】以上の操作を繰り返すことにより、全ての階調でのブルーノイズマスクを作成し、ディザマトリクスを生成する。

【0142】例えば 32×32 のブルーノイズマスクでは1階調ごとに4点増加(減少)する。

【0143】ただし、このとき256階調持たせる為に前の階調 g で決まった黒(白)のビットは反転できない為、低または高階調では制限条件が厳しくなり、一様性に乏しいランダムパターンしか得られないという欠点がある。

【0144】図12にブルーノイズマスクを構成する各係数の出現頻度分布(ヒストグラム)1201を示す。図12では0~255の全ての値(係数)がマスク内に

同数存在している。
【0145】上記ブルーノイズマスクが多値画像の2値化に用いられる技術は良く知られており、例えば、「J. Opt. Soc. Am A/Vol. 9, No. 11/November 1992 Digital halftoning technique using a blue-noise mask Tehopha no Mitsa, Kevin J. Parker」等に詳しく開示されている。

【0146】次にコーンマスクの特性について説明する。

【0147】コーンマスクは、このマスクに含まれる各係数を2値化した場合に、ここで得られた2値情報を表す空間周波数領域上で、図14の1402に示される様に、周期的または擬似周期的なピークが発生することを1つの特徴とする。ただし、低周波領域ではピークが立たない様に設計されている。

【0148】図38に、あるコーンマスクの係数配列の一部を示す。

【0149】コーンマスクをどの閾値で2値化した場合にも、ドット間で適度な距離が保たれる為、低周波領域でのピークは立たない。

【0150】図14の1402に、コーンマスクの閾値10で2値化した場合の空間周波数特性の概略図を示す。1401のブルーノイズマスクの空間周波数特性と同じく、1402の特性でも低周波成分が少ないことが分かる。

【0151】コーンマスクの場合は、閾値が低い場合であっても高い場合であっても、ブルーノイズマスクが持つ低域周波数より高い周波数からピークが発生する為、ブルーノイズマスクに比べて埋め込み位置に密集した部分が少ない。その為、付加情報Infを埋め込んだ際

に生じる埋め込みノイズは、ブルーノイズに比べて更に目立たなくなる利点がある。

【0152】またコーンマスクを構成する係数の使用頻度も、ブルーノイズマスクの時と同じく、図12の1201で示す出現頻度分布(ヒストグラム)になる。

【0153】従って、このマスクの係数に対応付けて、付加情報Infを構成する各ビット情報に対応するパターンを、画像データに埋め込む様にするならば、この画像データ中には各ビット情報に対応するパターンを同数配置することができ、結果的に付加情報Infをバランス良く埋め込むことができる。

【0154】本実施の形態では以上の利点から埋め込み参照マスクにコーンマスクを用いることとする。

【0155】[3-2-2 マスク参照手段]マスク作成手段1101で作成されたマスク(コーンマスク)は、マスク参照手段1102に入力される。

【0156】マスク参照手段1102では、画像に埋め込むNビットの情報の埋め込み位置とマスクの番号(画素値)を対応付けて、埋め込み位置を決定する。

【0157】マスク参照手段1102で行う埋め込み位置決定方法を説明する。

【0158】本実施の形態では上述したコーンマスクを用いるが、ここでは説明を分かりやすくする為、図15の1501に示す 4×4 マスクを用いて説明する。

【0159】図15のマスクは、 4×4 個の係数を有し、0~15までの係数値を1つつづ配置しているマスクである。この 4×4 マスクを用い付加情報Infの埋め込み位置の参照を行う。この説明で用いるマスクの場合には最大16ビットで構成される付加情報Infを埋め込むことができるが、以下8ビットの付加情報Infを埋め込む場合を説明する。

【0160】まず付加情報Infの構成を、図36を用いて説明する。同図の様に付加情報Infは、スタートビットInf1と利用情報Inf2から構成される。

【0161】このスタートビットInf1は、理想位置から実際の付加情報Infが埋め込まれている位置がずれていることを認識し、これに合わせて電子透かし(付加情報Inf)の抽出開始位置を補正する為に、電子透かし抽出装置側に含まれるオフセット合わせ手段2002で用いられる。詳細については後述する。

【0162】また、利用情報Inf2は、本来の付加情報、即ち実際に画像データIの付加的情報として利用される情報である。この情報には、例えば画像データwlの不正利用の際に原因を追跡することを目的とするならば、図1に示す装置のID或いはユーザーのID等が含まれる。また、画像データwlの印刷物をコピー禁止にするのであれば、コピーが禁止であることを示す制御情報が含まれる。

【0163】本実施の形態では、スタートビットは5ビットとし、「11111」というビット列を用いる。し

かし、本発明はこれに限らず、付加情報Infのうち5ビット以外のビット数をスタートビットとして用いることも可能であり、同様に「11111」というビット列以外を用いることも可能である。ただし、スタートビットのビット数とビット系列は電子透かし埋め込み装置と電子透かし抽出装置で共有しておく必要がある。

【0164】上述した様な4×4個の係数からなるコーンマスクを用いて、スタートビット5ビット、利用情報3ビットの合計8ビットの付加情報Infを埋め込む簡単な例について説明をする。

【0165】しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば32×32のコーンマスクを用いて、スタートビット5bit、利用情報64bitからなる合計69bitの付加情報Infを埋め込み場合等にも適用可能である。

【0166】付加情報Infはスタートビットが5ビット「11111」で利用情報が3ビット「010」とする。夫々1番目が1、2番目が1、3番目が1、4番目が1、5番目が1、6番目が0、7番目が1、8番目が0のビット情報を持つ。

【0167】これら各ビットに相当するパターン（図9参照）の夫々をコーンマスクの係数の1つずつに対応する位置に割り当て、この位置関係に従って元の画像データの各画素値を±c変更する。これにより、1つのコーンマスクに相当するサイズの元の画像データに対して、1つの付加情報Infが埋め込まれることとなる。

【0168】本実施の形態では、付加情報Infを埋めこ *
<対応表1>

埋め込むビット情報の順序	S1	S2S	S3	S4	S5	1	2	3
マスク内の係数	0	1	2	3	4	5	6	7

【0175】ここで、S1～S5まではオフセット合わせ処理装置で用いる位置合わせの為のビット情報（スタートビット）である。1～3は3ビットの利用情報である。

【0176】対応表1の対応に従うと、図16の1601で表現された係数（0～7）の位置に相当する入力画像データの画素の位置に各ビット情報がパターン（図9参照）を用いて埋め込まれる。埋め込むビット情報の順序とマスク内の係数値の対応関係は鍵情報の一部であり、この対応関係を知ることなしに各ビット情報の抽出を行うことはできない。本実施の形態では説明を簡単にする為、対応表1の様に0から閾値までの係数値に順にS1～S5と利用情報の3ビットを対応させることとする。

【0177】次に、実際に32×32のサイズのコーンマスクを用いて埋め込む場合の充填率についても少し述べておく。なお、処理の手順はマスク1501を用いた場合と同じである。

【0178】まず最初に、埋め込み時の画質の劣化等を

*む為に最低限必要なビット数に基づいて、ある閾値を決定し、上記コーンマスクにおける、この閾値以下の係数が配置されている位置に、対応する各ビット情報を埋めこむ。これにより付加情報Infのビット数に関わらず1つのコーンマスクには1つの付加情報Infが埋め込まれる。

【0169】なお、本発明は上記方法に限らず、ある閾値以上の係数が配置されている位置に、対応する各ビット情報が埋め込まれる様にし、これを前提に閾値を決定する様にしても良い。

【0170】次に本実施の形態では、埋め込みに用いる閾値以下の係数の個数が、マスク全体の係数の個数において占める割合を、埋め込み充填率と呼ぶことにする。

【0171】8ビットの付加情報Infを整数回正しく埋め込むには、図15のマスク1501内においてどの係数を埋め込み参照位置に用いるかを決定する為の閾値は、8或いは16である必要が有る。この閾値は、耐性及び画質への影響を考慮して最適なものが決定される。

【0172】ここで、マスクの閾値を8とした場合には、埋め込み充填率は50%となる。即ち、上記マスクと照らし合わされる元の画像データのうち50%が、図9のパターン配列を用いた処理の対象になる。

【0173】各ビット情報とマスク内の係数の対応関係の一例を対応表1に示す。

【0174】

【表1】

考慮し、付加情報Infの埋め込みを整数回正しく行う為に必要な閾値を決定する。

【0179】更に、付加情報Infを構成する各ビットが等しい繰り返し数で埋め込まれる様にする為、閾値以下の係数の数を付加情報Infを構成するビット数Nで割り、1つのマスクサイズで各ビットを何回埋め込めるかを決定する。

【0180】例えば、0～255までの係数値に相当する元の画像データに、上述した一例のスタートビット5ビットと利用情報64ビットからなる、69ビットの付加情報Infを埋めこむ場合には、例えば閾値を137に設定する。

【0181】この場合、マスク内の有効な係数値の数は138個となる。1つの付加情報Infを表すのに必要なビット数は69個であるから、1つのマスクサイズにおいては各ビット情報は138/69=2回ずつ埋め込むことができる。

【0182】なお、コーンマスクを用いて埋め込み位置を決定する時に、ある閾値以下の係数値を持つ全ての点

に対して埋め込みを行う理由は、空間周波数の低周波成分にピークが立たないというコーンマスクの特性を生かす為である。

【0183】 上述した様に埋め込み位置を決定した結果、埋め込み充填率50%、埋め込み情報量69ビット*
 <対応表2>

各ビット情報の順序	S1	S2S	S3	S4	S5	1	2	..	64
コーンマスク内の係数値	0, 1	2, 3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12, 13	..	136, 137

【0185】 ここでS1~S5はスタートビットであり、オフセット合わせ処理装置で用いる位置合わせの為のビット情報である。1~64は利用情報である。

【0186】 ただし本発明はこの対応関係に限らず、0から閾値（または閾値から255）までの係数の位置の全てに、図9のパターンを使用して各ビット情報を順に埋め込むならば、各ビット情報と各係数値との対応関係は別のものであっても良い。

【0187】 32×32のコーンマスクの場合には、1つのマスク内に同じ係数を持つ位置が夫々4個存在する。

【0188】 全ての係数に上記対応表2に基づいて、元の画像データに各ビット情報を埋め込む場合、32×32、64×64等の大きいサイズのコーンマスクならば、付加情報Infを構成する各ビット情報はほぼ等しい回数埋め込まれる。また、元の画像データにおいて同一のビット情報が拡散して埋め込まれる。

【0189】 パッチワーク法では、従来ランダム的に埋め込み位置を選んでいたが、本実施の形態では、上記コーンマスクを参照することにより同様の効果を得る事ができ、更に画質劣化も少ない。

【0190】 以上の結果、マスク参照手段1102では、各ビット情報に対応する埋め込み位置の座標(x, y)を得る。

【0191】 配列S[bit][num]=(x, y) でその情報を表現すると、bitは対応表1の場合、スタートビットS1~S5と利用情報1~3ビットを表す。またnumはコーンマスク内で繰り返し表れる各係数に付けられる順序である。(x, y)にはマスク内での相対座標が収められる。

【0192】 以上の操作をマスク参照手段1102で行う。

【0193】 [3-2-3 マスク・パターン配列対応手段]マスク参照手段1102で得られた各ビット情報のコーンマスク内での埋め込み位置は、マスク・パターン配列対応手段1103に入力される。

【0194】 マスク参照手段1102で決定した埋め込み位置は夫々のビット情報のパターンの位置(8×8画素分)であるので、パッチワーク法では更に図9に示される加算領域(+c)と減算領域(-c)とそれ以外

(0)とを割り当てる必要がある。この為、マスク参照

*となる場合には、付加情報Infを構成する各ビット情報とコーンマスクを構成する各係数値との関係は対応表2のようになる。

【0184】

【表2】

手段1102で参照したコーンマスクの全ての位置に図9に相当する8×8サイズのパターン配列を展開する操作をマスク・パターン配列対応手段1103で行う。

【0195】 具体的にはマスク参照手段1102で得られた配列S[bit][num]=(x, y)の座標に対して、x座標にはパターン配列の横方向のサイズを掛け、y座標にはパターン配列の縦方向のサイズを掛ける操作を行う。その結果、図17のマスク内の座標1701は、マスク内の1画素が1パターン配列に拡大された先頭座標1702となる。

【0196】 この先頭座標から図19に示されるパターン配列を用いると、パターン配列の大きさを持つ領域1703に重なり合わず埋め込みを行うことが可能になる。

【0197】 座標(x, y)は座標(x', y')に変化するが、配列S[bit][num]のbitとnumは変化しない。

【0198】 従って、配列S[bit][num]のbitに相当する付加情報Infを(x', y')をパターン配列を埋め込む先頭位置とし、複数のビット情報の埋め込みが可能になる。

【0199】 なお、マスク・パターン配列対応手段1103によりコーンマスクの各係数が、8×8のパターン配列に展開(拡大)された大きなマスクを、拡大マスクと呼ぶ。

【0200】 上記拡大マスクのサイズは、(32×8)×(32×8)サイズとなり、このサイズが付加情報Infを少なくとも1つ埋め込む為に必要な最低限の画像単位(マクロブロックとする)となる。

【0201】 以上がマスク・パターン配列対応手段1103で行われる操作である。

【0202】 一般的に小さなマスクは大きなマスクより作成時にドットの配置位置に自由度が少なく、コーンマスクの様な所望の特性を持つマスクの作成が難しい。例えば小さなマスクを画像データの全体に繰り返し割り当てることで付加情報Infを埋め込む場合には、小さなマスクの持つ空間周波数が画像データ全体に出現する。

【0203】 その一方で、一つのマスクからは完結した付加情報Infが抽出されるので、マスクのサイズを大きく設定することによって、切り抜き耐性(部分的な画像データwl'から付加情報Infを抽出できる可能性)は小さくなってしまふ。ゆえに、上記切り抜き耐性と画質劣

化のバランスを考慮し、マスクのサイズを決定する必要がある。

【0204】以上が図1の埋め込み位置決定手段0103で行われる処理である。

【0205】[3-3付加情報埋め込み処理]以上の様にして決定された、画像データへの各ビット情報の埋め込み位置を参照して、図1の付加情報埋め込み手段0104は実際に付加情報Infを埋め込む。

【0206】図10に付加情報Infを繰り返して埋め込む処理の動作の流れを示す。

【0207】図10に示す方式では、画像全体に割り当て可能なマクロブロックを複数個割り当て、更に、これら全マクロブロックに対してまず1ビット目のビット情報を繰り返して埋め込み、続いて2ビット目、3ビット目…という様に繰り返して埋め込む。これは未だ埋め込み処理が行われていないビット情報が有れば、未処理のマクロブロックの全てに1001~1003の埋め込み処理を施す手順により構成されている。

【0208】しかしながら、本発明はこの順序に限らず2つのループ処理の内外関係を逆にしても良い。即ち、未処理のマクロブロックが有れば、これに対して未だ埋め込んでいないビット情報を全て埋め込む手順に変更しても良い。

【0209】具体的には付加情報Infの埋め込みは、埋め込まれる各ビット情報が“1”の場合には図9のパターン配列を加える。また埋め込むビットが“0”の場合には図9のパターン配列を減ずる、即ち図9の正負符号を反転したものを加算する。

【0210】上記加減算の処理は、図10における切り替え手段1001を、埋め込むビット情報に応じて切り替え制御することによって実現される。即ち、埋め込まれるビット情報が“1”の時は加算手段1002に接続し、上記ビット情報が“0”の時は減算手段1003に接続する。これら1001~1003の処理はビット情報とパターン配列の情報を参照しながら行われる。

【0211】ここで上記ビット情報の1つが埋め込まれる様子を図19に示す。同図では埋め込まれるビット情報が“1”、即ちパターン配列を加える場合の例を示す。

【0212】図19に示す例では、 $I(x, y)$ が元の画像、 $P(x, y)$ が 8×8 のパターン配列である。 8×8 のパターン配列を構成する各係数は、このパターン配列と同じサイズの元の画像データ（青色成分）に重ね合わせられ、同位置の値同志が加減算される。その結果、 $I'(x, y)$ が算出され、ビット情報が埋め込まれた青色成分の画像データとして図1の色成分合成手段0105へ出力される。

【0213】上述した 8×8 のパターン配列を用いた加減算処理を、上記対応表2で決定された埋め込み位置（各ビット情報を埋め込む為のパターン配列を割り当て

た位置）の全てに対して繰り返し行う。

【0214】次に、図10の内部のループ処理が行われる様子を図18に示す。

【0215】図18では、各ビット情報を繰り返し埋め込む為に、画像データ全体1801(1803)全体に、マクロブロック1802を左上から右下までラスタ順に繰り返し割り当てて埋め込み（図10の1001~1003）を行う。

【0216】付加情報埋め込み手段0104により以上の操作が行われ、付加情報Infが画像全体に埋め込まれる。

【0217】以上の処理により、画像データ中に付加情報Infが埋め込まれる。この付加情報Infが埋め込まれた画像データの各画素が、十分少ないドット数で表現されるのであれば、パターン配列の大きさも十分小さくなるので、これらパターン配列の1つ1つ非常に小さい点でしか人間の目には知覚されない。よって、コーンマスクの空間周波数特性も維持され、人間の目に見えにくい。

【0218】[3-4ファイルの圧縮と伸張]本実施の形態では、付加情報埋め込み手段0104で付加情報が埋め込まれた後、ファイルの圧縮・メモリ格納・ファイルの伸張が行われる。

【0219】[3-4-1 JPEG圧縮符号化]図39は視覚の色度空間周波数特性を示した図である。それぞれの曲線は、白-黒（単色）と、等輝度の反対の色対である赤-緑、或いは黄-青からなる空間正弦波パターンを用い、その空間正弦波パターンの周期及びコントラストを変化させた時の上記パターンが人の目で認識できる限界を測定することで得られる。

【0220】図39において、白-黒（明暗の情報）は、約3[cycle/deg]で感度が最大になるが、色度（赤-緑及び黄-青）は約0.3[cycle/deg]で感度が最大になる。

【0221】このことから、明暗の情報は画像の解像度など細かな部分の識別に敏感で、色度は空間的に広い（空間周波数が低い）部分の見え方に影響を与えることがわかる。

【0222】また、黄-青のパターンは赤-緑のパターンよりも細かな空間情報の識別に関与していないことも分かる。

【0223】以上から、輝度成分しか持たないグレースケール画像をそのまま変調して電子透かし情報を埋め込む方法は、カラー画像データの色成分に電子透かし情報を埋め込む方法に比べて、画質の劣化が目立ちやすいことが分かる。また、RGBからなるカラー画像データに対しては青色成分（B）へ電子透かし情報を埋め込む方法が最も人間の目に目立たないといえる。

【0224】なお、色成分へ電子透かし情報を埋め込む為に色成分に変化を与えた際、空間的に広い領域（空間周波数が低い状態）で人間が目視すると色ムラとして目

立つが、空間的に狭い領域（空間周波数が高い状態）で人間が目視すると、輝度に電子透かし情報を埋め込む場合よりは目立ちにくくなる。

【0225】本実施の形態では、1画素に1種類の要素しか持たないグレースケール画像には、1画素に複数の要素を持つカラー画像データへの変換を施してから電子透かし情報（付加情報Inf等）の埋め込みを行うので、通常のグレースケールのまま電子透かし情報を埋め込む場合よりも画質の劣化を防ぐ効果が有る。

【0226】グレースケールの画像データに電子透かし情報を埋め込む場合とカラー画像データを構成する複数種類の要素のうちの1種類にのみ電子透かし情報を埋め込む場合とを比較すると、高解像度で画像出力を行う場合（1つの画素の値を少ないインクドットで階調表現する場合等）には、後者の方が画質を良好に維持できる。

【0227】しかしながら、出力されるカラー画像データ（ファイルサイズ）は、単純に考えると元の画像データの約3倍になってしまうというデメリットもある。

【0228】そこで本実施の形態では、ファイルサイズをできるだけ抑える為に、J P E G圧縮符号化手段0106において、電子透かし情報が埋め込まれた画像データに、更にJ P E G圧縮符号化を施す。

【0229】一般的にJ P E G圧縮符号化は、人間の視覚特性を利用し、人間の視覚が敏感でない成分を除去することでデータ量を縮小する技術である。一方の電子透かし技術は、人間の視覚が敏感でない成分に情報を埋め込む技術である。よって、J P E G圧縮符号化と電子透かし技術とは共存しにくい技術であり、J P E G圧縮符号化は一種の電子透かし情報への攻撃と考えられている。

【0230】以下にJ P E G圧縮符号化への耐性を持たせる方法について簡単に説明する。

【0231】本実施の形態で用いる図9の様なパターン配列は、色差成分へのサブサンプリングや量子化処理により、既にカラー画像データ中に埋め込まれている付加情報が失われない様に設定されている。

【0232】まず、J P E G圧縮符号化方式について簡単に説明する。

【0233】J P E G圧縮符号化装置0106に入力されるカラー画像データは、輝度(Y)と色差(Cr, Cb)に変換される。元の赤色成分(R)、緑色成分(G)、青色成分(B)から構成されるカラー画像データが入力された場合には、

$$Y = 0.29900 \times R + 0.58700 \times G + 0.11400 \times B$$

$$C_r = 0.50000 \times R - 0.41869 \times G - 0.08131 \times B$$

$$C_b = -0.16874 \times R - 0.33126 \times G + 0.50000 \times B$$

の式を用いて、元のカラー画像データを輝度(Y)と色

差(Cr, Cb)から構成される別のカラー画像データにフォーマット変換する。

【0234】輝度成分と色差成分に分解された画像データは、画像左上からラスト順に図40に示される8×8画素のブロックに分割される。J P E G圧縮符号化ではこの8×8ブロック毎に圧縮符号化の処理を繰り返す行う。

【0235】次に、J P E G圧縮符号化の色成分のサンプリング処理について述べる。

【0236】J P E G圧縮符号化では8×8画素毎にサンプリングオプションのサンプリング比に従い、色差成分のサンプリングが行われる。

【0237】図41は画像データのサンプリングの様子を示したものである。以下、J P E G圧縮符号化における4:2:2のサンプリングの手順を示す。

【0238】4101は4×4画素の輝度成分を示している。輝度成分に対しては、視覚的に重要な情報が多いので、間引き処理は行なわれず、4×4画素はそのまま出力される。

【0239】4103は4×4画素の色差成分(Cr, Cb)を示している。色度成分に対しては、それほど視覚的に敏感でないので、水平、又は垂直方向の2画素に対して1画素の間引きが行われる。その結果、4×4画素の色差成分(Cr, Cb)は4×2画素4104に変換される。以上のサンプリングを行うと8×8画素の色差成分は8×4画素に減少する。

【0240】従って、4:2:2のサンプリングの結果、8×8画素分の輝度成分Y、色差成分Cr、色差成分Cbは、各々、8×8画素、8×4画素、8×4画素になる。上記サンプリングされた各画素には公知の手順で、DCT（離散コサイン変換）演算、量子化、ジグザグスキャン、ハフマン符号化等が行われる。

【0241】また、人間の視覚特性は高周波数成分にそれほど敏感でないことを利用し、DCT係数の高周波成分への量子化ステップ数を少なくすることで効率良く圧縮される。また、輝度より色差成分の方が全体的に量子化ステップ数が少なくなる様に量子化が施される。

【0242】以上の圧縮符号化処理に耐性を有するパターン配列について考察する。

【0243】図42に、上述した図9のパターン配列を再度示す。図42において、+Cの正の要素を持つ領域4201を正のパッチ、-Cの負の要素を持つ領域4202を負のパッチと呼ぶこととする。このとき、各パッチは図40で示された8×8画素からなる最小符号化単位4001において、低周波成分に情報を偏らせることで、J P E G圧縮耐性を強めることができる。なお、本発明はこれに限らず最小符号化単位を16×16画素として各種設定する場合も範疇に含む。

【0244】また、4:1:1（色差成分を縦、横方向に1画素おきに間引く）、4:2:2（色差成分を縦、

または横方向に1画素おきに間引く)サンプリングを行う場合には、各パッチをサンプリングに応じて縦かつ／または横方向に2画素の整数倍の幅を持たせたサイズにすると、サンプリングに対する耐性を強めることができる。即ち、(1)各パッチは最小符号化単位(8×8画素)で低周波に偏ったものを用いる。(2)各パッチのサイズは、サンプリング方法に応じて、縦かつ／または横方向へ2×N(Nは整数)画素とする。

【0245】なお、J P E G圧縮符号化が施される各領域(8×8画素)において、各パッチが低周波成分を有する為には、パターン配列を割り当てる画像上の位置、及びパターン配列の各サイズ(図9では8×8画素)が、符号化が施される各領域と同期することが好ましい。

【0246】即ち、(3)パターン配列のサイズ、埋め込み位置をJ P E G圧縮符号化が施される単位サイズと同期させる。

【0247】以上の条件を考慮して、例えば図9の様なパターン配列を用いて付加情報Infを埋め込む様にすれば、J P E G圧縮符号化後であっても電子透かし情報(付加情報Inf)を画像データに残留させることができ、J P E G圧縮符号化に対して耐性を有すると言える。

【0248】なお本発明は、色成分抽出手段0101において、グレースケール(単色)画像を直接Y(輝度)C_r、C_b(色差)成分に変換し、この内のC_b成分のみに付加情報Inf等を電子透かしとして埋め込む変調を行う場合も範疇に含む。この場合には、J P E G圧縮符号化手段にて輝度、色差成分への変換を行わなくて済み、処理工程が少なくなる。

【0249】また、色成分抽出手段0101にて、グレースケール(単色)画像を、後段で印刷する際に適したY(イエロー)、M(マゼンダ)、C(シアン)、K(黒)成分に直接変換し、この内のY成分のみに電子透かしとして付加情報Inf等を埋め込む変調を行う場合も範疇に含む。この場合には、印刷手段の直前で色成分を変換する工程を省略できる。

【0250】即ち本発明は、上記埋め込みを行う為の成分が青色成分、C_b成分、Y成分に限らず、1画素を構成する全ての成分における一部の成分に付加情報Inf等を埋め込む場合を範疇に含む。

【0251】[3-4-2 メモリ格納] 上記J P E G圧縮符号化により得られた符号化データは、メモリ0107に一旦格納される。この符号化データは、外部機器への送信、或いは図1の装置の後段に接続するプリンタの印刷のタイミングに合わせて、上記メモリ0107からJ P E G伸長復号化手段0108へ読み出される。

【0252】なお、本実施の形態の様にグレースケールの画像データを一旦カラー画像データに変換し、青色成分に変調を加え、更に輝度、色差成分からなるカラー画

像データに変換してJ P E G圧縮した場合の符号化データは、元のグレースケールの画像をそのまま輝度、色差成分からなるカラー画像データに変換してJ P E G圧縮符号化した場合の符号化データ量と比較して、色差成分に多少のデータ増加が生じるものの、メモリ容量の大幅な増加には繋がらないという効果がある。

【0253】即ち、電子透かし情報が元の画像データに埋め込まれた後に、J P E G圧縮符号化が施されることを前提に考えれば、本実施の形態の様なグレースケールの画像データへの電子透かし情報(付加情報Inf等)の埋め込み方法は、通常のグレースケールの画像データをそのまま変調して電子透かし情報を埋め込む方法と比較して、全体的なデータ量をそれ程大きくせずに画質の向上が計れるという利点がある。

【0254】[3-4-3 J P E G伸長復号化] J P E G伸長復号化手段0108は、外部機器への送信、或いは図1の後ろに接続するプリンタによる印刷のタイミングに合わせて、メモリ0107から符号化データを読み出し、上記圧縮の方式の逆の手順を用いてカラー画像データを復号化する。

【0255】[3-5 レジストレーション処理] 次に、電子透かし抽出装置側に備えられる、図2におけるレジストレーション手段0202について詳細を説明する。

【0256】レジストレーション手段0202とは、付加情報抽出手段0203の前段に位置する手段であり、付加情報Inf抽出処理の前処理である。レジストレーション手段0202には、前段の色成分抽出手段0201により抽出された青色成分の画像が入力される。

【0257】レジストレーション手段0202では、電子透かし埋め込み装置から出力された画像データwlと、電子透かし抽出装置に入力された画像データwl'のスケールの違いが補正される。

【0258】レジストレーション手段0202の詳細を図7に示す。図7に示す様に、レジストレーション手段0202は、ブロック分割手段0701、フーリエ変換手段0702、インパルス抽出手段0703、スケール率算出手段0704、スケール手段0705から構成される。

【0259】ブロック分割手段0701では、上述したレジストレーション信号埋め込み手段0102(ブロック分割手段0401)と同様のブロック分割処理が行われる。この処理によって、一般的にはレジストレーション信号埋め込み手段0102(ブロック分割手段0401)と同様のブロックを抽出することは困難である。これは電子透かし情報が埋め込まれた画像データwlが印刷系の処理を施されることによって、大きさが変化し、更に位置がずれることによるものである。

【0260】しかし、このブロックの抽出はある程度違

置において、レジストレーション信号が画像データのうち振幅スペクトルに埋め込まれているからである。振幅スペクトルは、画像データの空間領域における位置ずれには影響されないという性質がある。よって、電子透かし埋め込み装置と電子透かし抽出装置の夫々において、各々のブロック分割手段により分割されたブロックが、空間領域で多少の位置ずれが生じていても問題はない。

【0261】ブロック分割手段0701はブロック分割した画像データをフーリエ変換手段0702に出力する。フーリエ変換手段0702は上述したレジストレーション信号埋め込み手段0102の場合と同様に、空間領域の画像データを周波数領域の画像データに変換する。フーリエ変換された周波数領域の画像データは振幅スペクトルと位相スペクトルによって表現される。このうち振幅スペクトルだけがインパルス抽出手段0703に入力される。一方で、位相スペクトルは破棄される。

【0262】周波数領域に変換された画像データはインパルス抽出手段0703に入力される。インパルス抽出手段0703では、周波数領域に変換された画像データからインパルス性の信号だけを抽出する。即ち、既に画像データに埋め込まれている図5の0502、0503、0504、0505を抽出する。

【0263】これは公知の画像処理技術を用いて行うことが可能である。例えば、周波数領域に変換された画像データを閾値処理することで実現できる。この例を図8(a)に示す。図8(a)にはインパルス抽出手段0703に入力された振幅スペクトル0801を閾値0802によって閾値処理する様子を示す。なお説明の為、図8において変換された画像データを1次元で表現した。適当な閾値0802を選択することによってインパルス信号を抽出することが可能である。しかしながら、低域に存在するインパルス信号と同じ程度の大きさを持つ様な本来の画像データも同時に抽出してしまう。

【0264】この問題を解決した本実施の形態の方式を図8(b)に示す。周波数領域に変換された画像データ0801に対して2次微分処理を施す。これはラプラシアンフィルタ等を施すことに等しい。周波数領域に変換された画像データ0801に対して2次微分を施したものを0803に示す。このデータ0803に対して適当な閾値0804を選択し閾値処理を施すことによって、インパルス信号を抽出可能である。

【0265】このインパルス信号の抽出に関してももう少し詳細な原理を図26を用いて説明する。なお、この図では上述したレジストレーション信号埋め込み側の処理も記載している。

【0266】レジストレーション信号埋め込み手段0102においては、空間領域の画像データ2601が周波数領域に変換され画像データ2602となり、周波数領域においてインパルス信号2603が加えられる。

【0267】インパルス信号（レジストレーション信

号) 2603が加えられた周波数領域の画像データは、逆周波数変換されることによって空間領域の信号2601'へ再び戻る。再び空間領域へ戻された画像データ2601'にはインパルス信号が付加された影響があるはずであるが、人間の目には知覚しにくく、実質的には画像データ2601と画像データ2601'は同一物に見える。これは、周波数領域で加えられたインパルス信号2603が逆フーリエ変換によって、画像データ全体に小さな振幅で分布するからである。

10 【0268】図26の2603の様なインパルス信号が加えられた場合は、ある一定の周波数成分を持つ画像データが空間領域に加えられたことに等しくなる。この加えられたインパルス信号が人間の知覚できる周波数よりも大きく、更に振幅が人間の知覚できる限度以下であるならば、加えられたインパルス信号は人間の目には見えない。よって、上記レジストレーション信号の埋め込み自体も一種の電子透かし処理であると言える。

20 【0269】なお、本実施の形態では画像データ2601にレジストレーション信号2603が埋め込まれ、更に実際に埋め込むべき付加情報Infが埋め込まれた後、空間領域の信号2601'を復元する。

【0270】図26の様に埋め込まれたレジストレーション信号は、抽出の際に再びフーリエ変換が施される。これによって、空間領域では一度画像データ全体に拡散されたレジストレーション信号2603が、周波数領域に変換され再びインパルス信号として現れる。

30 【0271】電子透かし情報が埋め込まれた画像がJPEG圧縮等の非可逆圧縮などの攻撃を受けた場合、このインパルスは振幅が小さくなる可能性が高い。一方で、スケールリングなどの幾何的な攻撃を受けた場合、このインパルスはその位置が移動する。いずれの場合も上述した様な適当なインパルス抽出処理を施すことによって、インパルス信号は抽出可能であり、元の画像データからの変化を推測できる。この変化を補正すれば本実施の形態で埋め込まれる付加情報Infを確実に抽出できる状態を作り出せる。

40 【0272】以上の処理により、図7のインパルス抽出手段0703からは上述したインパルス信号が出力され、スケールリング率算出手段0704に入力される。スケールリング率算出手段0704は、入力されたインパルス信号の座標を用いてどの様なスケールリングが施されたかを算出する。

50 【0273】本実施の形態の電子透かし抽出装置側では、予めどの周波数成分にインパルス信号を埋め込んだかを知っているものとする。この場合には、この予め埋め込まれた周波数と、インパルスが検出された周波数の比によりスケールリング率を算出することが可能である。例えば、予めインパルス信号が埋め込まれた周波数をa、検出されたインパルス信号の周波数をbとすると、a/b倍のスケールリングが施されていることがわかる。これ

は良く知られたフーリエ変換の性質である。以上の処理により、スケーリング率算出手段 0704 からはスケーリング率が出力される。

【0274】しかしながら本発明はこれに限らず、電子透かし埋め込み装置側から必要に応じてレジストレーション信号を埋め込んだ位置（周波数）の情報を受信する様にしても良い。例えばこの位置情報は暗号化信号として受信し、上記スケーリング率の算出処理を行う形態も本発明の範疇に含まれる。こうすることによって、付加情報 Inf を正しく抽出できるのはレジストレーション信号を知っている人だけとなる。この場合、レジストレーション信号を付加情報 Inf を抽出する為の鍵として使用できる。

【0275】スケーリング率算出手段 0704 から出力されたスケーリング率は、スケーリング手段 0705 に入力される。スケーリング手段 0705 には画像データ wl_1 も入力され、画像データ wl_1 は入力されたスケーリング率によってスケーリング処理が施される。スケーリング処理はバイリニア補間やバイキュービック補間など種々のものが適応可能である。そして、スケーリング手段 0705 からはスケーリング処理が施された画像データ wl_2 が出力される。

【0276】[3-6 付加情報抽出処理] 次に、図 1 の付加情報埋め込み手段 0103 で付加情報 Inf が埋め込まれた画像データ wl' の青色成分からこの付加情報 Inf を抽出する図 2 の付加情報抽出手段 0203 の動作について述べる。

【0277】この付加情報 Inf の抽出処理のブロック図を図 20 に示す。

【0278】[3-6-1 埋め込み位置決定処理] 図 20 に示す様に、まず埋め込み位置決定手段 2001 において、画像データ wl_2 （青色成分）中のどの領域から付加情報 Inf を抽出するかを決定する。この埋め込み位置決定手段 2001 によってなされる動作は、前述した埋め込み位置決定手段 0103 と同じであり、その為、0103 と 2001 によって決定される領域は同一のものとなる。

【0279】決定された領域から、前述した対応表 2 を用い、更に図 9 に示されるパターン配列を用いて付加情報 Inf が抽出される。

【0280】ここで、付加情報 Inf の抽出は、決定された領域に対してパターン配列を畳み込むことによって実現される。

【0281】[3-6-2 信頼度距離演算手段] 信頼度距離 d は埋め込んだ情報を抽出する際に必要となる計算値である。

【0282】各ビット情報に対応する信頼度距離 d を求める方法を図 6 に示す。

【0283】まず始めに、図中の畳み込み演算手段 0601 で行う処理を図 21 及び図 22 を用いて説明する。

【0284】図 21 及び図 22 に、付加情報 Inf を構成する 1 ビットの情報を抽出する例を示す。

【0285】図 21 は付加情報 Inf を構成するある 1 ビット情報が埋め込まれた画像データ（青色成分） $l'(x, y)$ に対してこの 1 ビット情報の抽出処理を行った例、そして図 22 は上記 1 ビット情報が埋め込まれていない画像データ $l'(x, y)$ に対して 1 ビット情報の抽出処理を行う例である。

【0286】図 21 において、 $l'(x, y)$ が 1 ビット情報が埋め込まれた画像データ、 $P(x, y)$ が畳み込み処理に用いられる 8×8 のパターン配列（付加情報 Inf 抽出用のパターン配列）である。この 8×8 のパターン配列を構成する各要素 $(0, \pm c)$ は、入力画像データ $l'(x, y)$ の同位置に配置されている画素値に積算され、更に各積算値の和が算出される。即ち、 $l'(x, y)$ に対して $P(x, y)$ が畳み込まれる。ここで、 $l'(x, y)$ は、画像データ $l'(x, y)$ が攻撃を受けた場合の画像を含んだ表現である。攻撃を受けていない場合には、 $l'(x, y) = l(x, y)$ である。 $l'(x, y)$ に 1 ビット情報が埋め込まれている画像である場合には、畳み込みの結果、図 21 に示す様に非零の値が得られる可能性が非常に高い。特に $l'(x, y) = l(x, y)$ の時には畳み込みの結果は $32c2$ となる。

【0287】なお、本実施の形態では、埋め込みに用いるパターン配列と抽出に用いるパターン配列は同様のものを用いている。しかしながら、これは本発明において限定されるものではない。一般的には、埋め込みに用いるパターン配列を $P(x, y)$ 、抽出に用いるパターン配列を $P'(x, y)$ とした場合には、

$$P'(x, y) = aP(x, y)$$

という関係に変形できる。ここで a は任意の実数であり、本実施の形態では、簡単な為、 $a=1$ の場合について説明する。

【0288】一方、図 22 に示す例では、上述の演算と同様の演算が 1 ビット情報が埋め込まれていない画像データ $l'(x, y)$ に対して施されている。原画像（画像データ l に相当）からは畳み込み演算の結果、図 22 に示す様に零の値が得られる。

【0289】以上、図 21 及び図 22 を用いて 1 ビット情報の抽出方法を説明した。しかし、以上の説明は、付加情報 Inf が埋め込まれる対象の画像データ l において畳み込み演算の結果が 0 である場合であり、非常に理想的な場合である。一方で、実際の画像データ l の 8×8 のパターン配列に相当する領域においては畳み込み演算の結果が 0 であることはなかなか少ない。

【0290】即ち、原画像（画像データ l ）における 8×8 のパターン配列に相当する領域について、図 9 のパターン配列（コーンマスクも配置情報として参照）を用いて畳み込み演算を行った場合、理想と異なり、非零の値が算出されることもある。逆に、付加情報 Inf が埋め込まれた画像（画像データ wl ）における 8×8 のパター

ン配列に相当する領域について、同じく畳み込み演算を行った結果が“32c²”でなく“0”になってしまうこともある。

【0291】しかしながら、付加情報Infを構成するビット情報の夫々は、通常、元の画像データに複数回埋め込まれている。即ち付加情報Infが画像に複数回埋め込まれている。

【0292】よって畳み込み演算手段0601は、付加情報Infを構成する各ビット情報に1つについて、夫々複数の畳み込み演算結果の和を求める。例えば、付加情報Infが8ビットであれば、8個の和が得られる。この各ビット情報に対応する和は平均計算手段0602に入力され、夫々が全マクロブロックの数nで割られて平均化される。この平均値が信頼度距離dである。即ち、この信頼度距離dは、図21の“32c²”と“0”のどちらに類似しているかを多数決的に生成した値である。

【0293】ただし、信頼度距離dは、先のパッチワーク法の説明では $d = 1/N \sum (a_i - b_i)$ と定義していたので、厳密には信頼度距離dは、 $P'(x, y) = 1/c P(x, y)$ を用いて畳み込み演算を行った結果の平均値である。しかしながら、 $P'(x, y) = aP(x, y)$ を用いて畳み込み演算を行っても、畳み込み演算結果の平均値は、上記信頼度距離dの実数倍になっているだけであり、本質的には同様の効果が得られる。よって本発明には、 $P'(x, y) = aP(x, y)$ を用いた畳み込み演算結果の平均値を信頼度距離dに用いることも十分可能である。

【0294】求められた信頼度距離dは0603の記憶媒体に蓄えられる。

【0295】畳み込み演算手段0601は、付加情報Infを構成する各ビットについて上記信頼度距離dを繰り返し生成し、順次記憶媒体0603に格納する。

【0296】この演算値に関してもう少し詳細な説明をする。元の画像データIに対して図9のパターン配列(コーンマスクも配置情報として参照)を用いて算出される信頼度距離dは理想的には0である。しかしながら実際の画像データIにおいては、この値は非常に0に近くはあるが非零の値が多い。各ビット情報について発生する信頼度距離dの頻度分布を調べると、図23のようになる。

【0297】図23において、横軸は、各ビット情報毎に発生する信頼度距離dの値であり、縦軸はその信頼度距離dを生じる畳み込みが行われたビット情報の数(信頼度距離dの出現頻度)を示している。図を見ると正規分布に類似していることがわかる。また、元の画像データIにおいては信頼度距離dは必ずしも0ではないが、その平均値は0(或はそれに非常に近い値)である。

【0298】一方、元の画像データIではなく、図19の様にビット情報“1”を埋め込んだ後の画像データ(青色成分)をI'(x, y)に上記畳み込みを行った場合には、信頼度距離dは図24に示す様な頻度分布となる。

即ち、図の様に図23の分布形状を保ったまま、右方向にシフトしている。この様に、付加情報Infを構成するある1ビットを埋め込んだ後の画像データは、信頼度距離dが必ずしもcという訳ではないが、その平均値はc(或はそれに非常に近い値)となる。

【0299】なお、図24ではビット情報“1”を埋め込んだ例を示したが、ビット情報“0”を埋め込んだ場合は図23に示した頻度分布が、左にシフトすることになる。

【0300】以上説明した様に、パッチワーク法を用いて付加情報Inf(各ビット情報)を埋め込む場合には、埋め込むビット数(パターン配列の使用回数)を出来るだけ多くした方が、図23及び図24に示す様な統計的分布が正確に現れやすい。即ち、付加情報Infを構成する各ビット情報が埋め込まれているか否か、或いは埋め込まれているビット情報が“1”か“0”かを検出できる精度が高くなる。

【0301】[3-6-3 オフセット合わせ処理] 次にオフセット合わせ手段2002の構成について解説する。

【0302】オフセット合わせ手段2002には、適切なスケールリングを施された後の画像データwl2'が入力される。この後、図6の信頼度距離演算を用い、スタートビットを検出する。なお、オフセット合わせ手段2002はスタートビットInf1の5ビット分に対応する5つの信頼度距離だけを生成する。スタートビットInf1とは、図36に示す様に、付加情報埋め込み手段0104において予め埋め込んである付加情報Infの一部であり、本実施の形態では5ビット分である。

【0303】なお、これらスタートビットInf1は、概念的には最初の5ビット分であるが、付加情報Infが埋め込まれている画像においては隣接、密集して存在する訳ではなく、むしろ点在している。これは、対応表2のコーンマスクを構成する各係数値に対応付けて順に埋め込まれる為である。

【0304】オフセット合わせ手段2002の処理のフローチャートを図28に示す。以下の解説は図28のフローチャートの流れに沿って行う。

【0305】オフセット合わせ手段2002では、入力された画像データwl2'に対して、ステップ2801により、まず最も左上の座標を埋め込み開始座標と仮定する。同時に、最大値MAXを0に設定する。そして、ステップ2802により、図6の信頼度距離演算手段を用いて、スタートビットの検出を試みる。

【0306】ここで得られた1~5番目のビット情報が、ステップ2803により正しいスタートビット「11111」であるかどうかを判定する。この点が正しい埋め込み開始座標であれば検出結果として5つの連続した正の信頼度距離dが検出されるが、そうでない場合には正の信頼度距離dが5つ連続しないことが多い。上記

判断を順次行い、正しいスタートビットInf1が検出できる位置を、埋め込み開始座標であると決定すれば良い。

【0307】しかしながら、実際のところ埋め込み開始座標以外の点でも正しいスタートビットInf1が検出されてしまう場合も有り得る。この原因を図27を用いて説明する。

【0308】図27は、本実施の形態で用いるパッチワーク法で埋め込まれた付加情報Infを抽出する為、付加情報Infの埋め込み時に用いたものと同一のパターン配列(2702、2704)(コーンマスクも配置情報として参照)を用いて、畳み込みを行いながら本来のマクロブロックの位置(2701、2703、2704)を探索する様子を示している。左の図から右の図へ向かって探索が連続的に進んでいるものとする。

【0309】図27では、簡単な為、画像データwl2'の一部である1つのマクロブロック(付加情報Infが抽出できる最小単位)に注目している。この図の1マスは1ビット情報を埋め込む為のパターン配列の大きさの概念を示している。

【0310】図27左において、2701と2702の関係有する場合、即ち2702が実際のマクロブロック2701よりも左上に位置して場合、元の画像と付加情報Inf抽出用のパターン配列の位置は、斜線領域のみで重なっている。

【0311】また同図中央には、更に探索を進め、探索中の位置と実際のマクロブロックの位置が完全に一致している場合が示されている。この状態では、畳み込み対象のパターン配列とマクロブロックが最大面積重なっている。

【0312】また同図右においては、探索中の位置が実際に付加情報Infが埋め込まれているマクロブロックの位置よりも右下に位置している。この状態では、この状態では、畳み込み対象のパターン配列とマクロブロックは斜線領域のみで重なる。

【0313】図27の全ての場合において、畳み込み対象のパターン配列とマクロブロックが十分に重なっていれば正しいスタートビットInf1を抽出することが可能である。ただし、これら3つの場合は重なる面積が異なっているため信頼度距離dが異なる。

【0314】上記重なる面積は前述した信頼度距離dに置き換えて考えることができる。即ち、畳み込み対象のパターン配列とマクロブロックの位置関係が完全に一致していれば、各ビット情報共に信頼度距離dは上述した $\pm 3/2 \cdot c^2$ に非常に近くなる。

【0315】よって、本実施の形態においては、図28の様に、ステップ2803において正しいスタートビットInf1でないと判定された場合には、ステップ2807によりラスト順で次の探索点に移動する。一方で、正しいスタートビットInf1であると判定された場合には、ステップ2804により、スタートビットInf1と思われる

5ビット分に相当する信頼度距離dの和が最大値MAXより大きいかどうかを判定する。最大値MAXより小さな場合には、ステップ2807によりラスト順で次の探索点に移動する。一方で、スタートビットInf1と思われる5ビット分に相当する信頼度距離dの和が最大値MAXよりも大きな場合には、最大値MAXを現在の信頼度距離dの和に更新し、同時に現在の探索点を埋め込み開始点として記憶する。そして、ステップ2806において全ての探索点を探索したかどうかを判定し、全て終了していない場合には、ステップ2807によりラスト順で次の探索点に移動する。一方で、全て終了している場合には、その時記憶されている埋め込み開始点を出力し処理を終了する。

【0316】以上の一連の処理により、本実施の形態におけるオフセット合わせ手段2002は、スタートビットInf1を検出し、正しいスタートビットInf1が得られた座標の中で、最も信頼度距離dの和の大きな座標の情報を、付加情報Infの埋め込み開始点であると判断し、埋め込み開始座標として後段へ出力する。

【0317】[3-6-4 利用情報抽出手段]利用情報抽出手段2003は、前段のオフセット合わせ手段2002から埋め込み開始座標、及び付加情報Infが埋め込まれた画像データを入力し、図6で説明した動作を同じく用いて、ここでは利用情報Inf2を構成する各ビット情報のみについて信頼度距離dを算出し、これらビット情報に対する信頼度距離d1を後段の統計検定手段2006に出力する。

【0318】なお、利用情報Inf2を構成する各ビット情報に相当する信頼度距離d1を得ることは、実質的には、埋め込まれた利用情報Inf2の各ビットを抽出することに相当する。これについては後述する。

【0319】ここでは、上記探索により判別された埋め込み開始座標に基づいて、各信頼度距離dを算出するのみであり、スタートビットInf1の5ビット分については抽出しない。

【0320】[3-7 統計検定処理]統計検定手段2006では、図20の利用情報抽出手段2003で得られる信頼度距離d1の信頼性を判定する。この判定は、付加情報Inf(利用情報Inf2)の抽出に用いた第1のパターン配列とは異なる第2のパターン配列を用いて信頼度距離d2を生成し、この信頼度距離d2の出現頻度分布を参照して信頼性指標Dを生成することで行われる。

【0321】ここで信頼度距離d1は利用情報抽出手段2003において利用情報Inf2を抽出するために、第1のパターン配列(コーンマスクも配置情報として参照)を用いて得られる信頼度距離であり、信頼度距離d2は第1のパターン配列とは異なる後述する第2のパターン配列を用いて得られる信頼度距離である。第1のパターン配列は、通常付加情報Inf(スタートビットInf1、利用情報Inf2)を埋め込む際に用いた図9のパターン配列であ

る。

【0322】なお第2のパターン配列、信頼性指標D等についての詳細は後述する。

【0323】【3-7-1 第2のパターン配列による抽出処理】

《 中心極限定理 》部分集合A、Bは夫々 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_N\}$ 、 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_N\}$ で表されるN個の要素からなる集合で、夫々図30に示される様な部分集合Aと部分集合Bの要素の持つ画素値とする。

【0324】信頼度距離d ($\sum (a_i - b_i) / N$) は、Nが十分大きな値を取り、画素値 a_i と b_i には相関がない場合は、信頼度距離dの期待値は0になる。また中心極限定理より信頼度距離dの分布は独立な正規分布をとる。

【0325】ここで中心極限定理について簡単に説明する。

【0326】平均値 m_c 、標準偏差 σ_c の母集団（正規分布でなくても良い）から大きさ n_c の任意標本を抽出した時、標本平均値 s_c の分布は n_c が大きくなるにつれて正規分布 $N(m_c, (\sigma_c / \sqrt{n_c})^2)$ に近づくことを示す定理である。

【0327】一般には母集団の標準偏差 σ_c は不明なことが多いが、サンプル数 n_c が十分大きく、母集団の数 N_c がサンプル数 n_c に比べてさらに十分大きいときは標本の標準偏差 s_c を σ_c の代わりに用いても実用上ほとんど差し支えない。

【0328】本実施の形態に戻って説明する。まず利用情報抽出手段2003で求められた信頼度距離d1の出現頻度分布は、利用情報Inf2を正しく抽出できたか否かで大きく異なる。

【0329】例えば、スタートビットInf1の検出に誤りがあった場合（オフセット合わせに失敗した場合）等には、利用情報Inf2が埋め込まれているはずの位置には実際にはビット情報が埋め込まれていないので、信頼度距離d1の出現頻度分布は図25の正規分布2501のようになる。

【0330】一方、正しく抽出できている場合には、利用情報Inf2を構成するビット情報“1”に対応する各信頼度距離d1が正規分布2502の位置に累積され、利用情報Inf2を構成するビット情報“0”に対応する各信頼度距離d1が正規分布2503の位置に累積される。よって、この場合には2つの“山”が現れる。この2つの“山”の大きさの比は、利用情報Inf2を構成するビット情報“1”と“0”の比とほぼ等しい。

【0331】ただし、これは付加情報が埋め込まれていない元の画像に対して第1のパターン配列で畳み込み処理を行って得られる信頼度距離d1が、正規分布2501のようになることを前提としたものである。

【0332】従って、現実的には、元の画像の状態を知らない限り、正しく抽出できているか否かの判断を行うことは出来ない。

【0333】よって本実施の形態では付加情報が埋め込まれていても元の画像の状態を十分判別できる、いわゆる第2のパターン配列を用いて、信頼度距離d2の正規分布を生成し、この正規分布を2501として考えることによって、利用情報Inf2が正しく抽出できているか否かの判断を行う。

【0334】例えば、信頼度距離d2で作成した正規分布2501を構成する斜線部分（中心から95%までの構成要素）より外側に信頼度距離d1の出現頻度分布が存在すれば、対象となっている画像に統計的偏りが存在し、利用情報Inf2が埋め込まれていると考えることができ、利用情報Inf2の確からしさを統計的に判断することができる。この詳しい方法については後述する。

【0335】次に、付加情報Inf（利用情報Inf2）が埋め込まれている画像データを用いて、付加情報Infが埋め込まれる前の信頼度距離d1の出現頻度分布に類似するもの（図25の様な正規分布2501）を生成する方法を説明する。

【0336】本実施の形態では、第2のパターン配列による抽出手段2005を用いて、正規分布2501に類似する分布を構成する信頼度距離d2を求める。

【0337】第2のパターン配列による抽出手段2005は、利用情報抽出手段2003に用いた第1のパターン配列と“直交する”第2のパターン配列を用いて、信頼度距離d2を求める手段であり、畳み込み処理を行う点等、利用情報抽出手段0203と動作自体はほぼ同じである。

【0338】なお、対比説明の為、利用情報抽出装置2003で用いた図9のパターン配列、及びこのパターン配列を配置する位置を参照する為のマスク（コーンマスク）を、夫々「第1のパターン配列」、及び「第1の位置参照マスク」と呼び、第1のパターン配列に“直交する”パターン配列、及びこのパターン配列を配置する位置を参照する為のマスクを、夫々「第2のパターン配列」、及び「第2の位置参照マスク」と呼ぶ。

【0339】第2のパターン配列による抽出手段2005に、まず、オフセット合わせ手段2002から埋め込み開始座標を入力し、上述した図6の信頼度距離演算を用いて信頼度距離d2の計算も行う。

【0340】この時、図6の信頼度距離演算で用いるパターン配列は埋め込みに用いた図9のパターン配列0901ではなく、このパターン配列0901に“直交する”パターン配列3301或いは3302を用いる。

【0341】この理由は、図33のパターン配列3301及び3302を用いて計算される信頼度距離d2には、付加情報Infの埋め込みに用いた図9のパターン配列0901で操作した影響がまったく反映されない為である。

【0342】図34に示す様に、図9のパターン配列0901とこれにこれに“直交する”上記パターン配列3

301とを畳み込み処理した結果は0である。これはパターン配列3302についても同様である。即ち、第1、第2のパターン配列の畳み込み結果は0である。従って、元の画像の濃度が第1のパターン配列を用いて変更されていたとしても、第2のパターン配列を用いて畳み込み処理を行って得られる信頼度距離dには全く影響が無い。

【0343】よって、付加情報Infが埋め込まれている画像に対して上記第2のパターン配列を用いた畳み込み処理を施して得られる信頼度距離d2の出現頻度分布は、図25の正規分布2501とほぼ同様のものになる。従って上記出現頻度分布を正規分布2501とみなす。

【0344】ここで得られる正規分布2501は、図32の3207の統計検定処理に必要な判断基準となる。

【0345】第2のパターン配列による抽出処理2005は、上述の様に図33の3301、3302の様な「第1のパターンとは“直交する”パターン配列」と、図35の3502に示す第2の位置参照マスクを用いて、信頼度距離d2の正規分布を生成する。

【0346】なお、上記「第1のパターンとは直交するパターン配列」の条件を以下に示すと、(1)図33に示す様に、図9の0901と同じサイズであること

(2)パターン配列3301、3302の様に、付加情報Infの埋め込み時に用いた図9のパターン配列0901との畳み込み処理の結果が0になることである。

【0347】また、図34に示す畳み込み処理は、図21及び図22に示される畳み込み処理と同じである。

【0348】本実施の形態では、畳み込みの結果が0になることを、ベクトルの内積が直交する場合に0になっていることになぞらえ、「互いのパターン配列が“直交している”」と呼ぶ。従って図33の3301、3302は「図9のパターン配列0901に“直交する”パターン配列」である。

【0349】付加情報Infの埋め込み時に用いたパターン配列に“直交する”パターン配列を信頼度距離d2の計算に用いる理由は、信頼度距離d2の分布に統計的な偏りを存在させない、即ち0を中心の出現頻度分布を生成する為である。

【0350】また、「第1のパターンとは“直交する”パターン配列」は、(3)利用情報抽出処理2003に用いたパターン配列の非零の要素と等しい数の非零の要素を持ち、正と負の要素の数が夫々等しいことも必要な条件である。これは同一の演算条件で、信頼度距離d1と信頼度距離d2が抽出される様にする為である。

【0351】次に、本実施の形態では「第2の位置参照マスク」は、付加情報Infの埋め込み時に用いた3501とは別のパターンを有し、かつ3501とは異なるサイズの、図35の3502に示される参照マスクを用いる。

【0352】以上、上記第1と第2のパターン配列が異

なっていれば信頼度距離d2の出現頻度分布はほぼ正規分布2501となる。

【0353】しかしながら、スタートビットの検出位置が完全でない場合等には、第2のパターン配列を用いて畳み込みを行ったにも拘わらず統計的な偏りが検出されてしまう可能性も有る。本実施の形態ではこの可能性も考慮して、第1と第2の位置参照マスクの大きさを異ならせることで、周期的な要素を打ち消す様にする。或いはマスク内の各パターン配列の配置方法を異ならせることで、同一領域での畳み込みを行わない様にする。

【0354】また、この場合には「第2の位置参照マスク」は、これを構成する各係数がランダムに分布していれば良く、コーンマスクでなくとも構わない。

【0355】もし「第2の埋めこみ位置参照マスク」が、「第1の埋めこみ位置参照マスク」と異なる様に設定する場合には、「第2の埋めこみ位置参照マスク」は図20の埋めこみ位置決定手段2004で作成することとする。

【0356】一般的には、上述した切り抜き耐性を考慮して、第1の位置参照マスク(コーンマスク)は、付加情報Infの埋め込み対象となる画像データ全体に対してそれほど大きなサイズを取ることは考えられない。よって、「第2の位置参照マスク」は比較的大きなものを用いると良い。本実施の形態では、付加情報Infを埋め込む時に参照する第1のマスクよりも、付加情報Inf側で信頼度距離d1を計算する際に用いる第2のマスクのサイズが大きくなる様に設定することとする。

【0357】しかしながら本発明はこれに限らず、互いのマスクサイズが等しくてもある程度の効果を奏する。従って、「第2の位置参照マスク」は図20の埋めこみ位置決定手段2001で作成されるものでも良い。

【0358】互いのマスクの最低限の条件としては、互いのマスクに適用される付加情報Infを構成する各ビットの繰り返し数が、同一サイズの画像領域内で等しいことが必要である。

【0359】なお、第2のパターン配列による抽出処理で十分な結果が得られない場合は、上述した条件を備える別の第2のパターン配列や第2の位置参照マスクを用いて、再度信頼度距離d2を計算することにより、理想的な出現頻度分布である図25の2501を生成できる可能性も有る。

【0360】次に第2のパターン配列による抽出手段2005の具体的な操作を示す。

【0361】本実施の形態では、第1の位置参照マスクが32×32のコーンマスクで、第2の位置参照マスクが64×64のコーンマスクとし、2つのマスクにおいて、各係数の相対的な配列は全く異なっていると看做する。

【0362】まず、第2のパターン配列による抽出手段2005では、抽出位置の決定は以下の対応表3に従って行うこととする。

【0363】

<対応表3>

各ビット情報の順序	1	2	3	4	..	69
第2の位置参照マスク内の係数値	0, 1	2, 3	4, 5	6, 7	..	136, 137

【表3】

【0364】第2の位置参照マスクでは、同じ値の係数がマスク内に各16個存在する。一方、 32×32 の第1の位置参照マスクは、先の対応表2でマスクの参照を行っている場合、 32×32 の中で同一係数の繰り返し数は4個である。即ち、同一サイズの画像データにおいては、第1の位置参照マスクも第2の位置参照マスクも同じ値の係数は同数存在する。

【0365】本実施の形態では、上記対応表3の規則に従った位置関係に第2のパターン配列を割り当て、順次畳み込み処理を行い、各ビット情報に対応する69個の信頼度距離d2を算出する。

【0366】[3-7-2 信頼性指標D]第2のパターン配列による抽出手段2005にて生成される信頼度距離d2は、ほぼ正規分布2501と同一の分布で出現するが、正規分布においては、一般的に以下の式(25.1)の範囲で95%のサンプル(信頼度距離d2)が出現することが知られている。

【0367】 $m - 1.96\sigma < d2 < m + 1.96\sigma$... 式(25.1)

ここで、 σ は上記信頼度距離d2についての標準偏差であり、mは平均である。

【0368】なお上記場合の範囲のことを“95%の信頼区間”と呼ぶ。

【0369】 $m - 1.96\sigma$ 、 $m + 1.96\sigma$ は、第2のパターン配列による抽出手段2005で信頼度距離d2が得られた後、これを用いて計算される。

【0370】利用情報抽出手段2003から統計検定手段2006に入力される信頼度距離d1の出現頻度分布は、ビット情報が“1”の場合は図25の正規分布2502になり、ビット情報が“0”の場合は正規分布2503になるので、利用情報Inf2に対応する信頼度距離d1は、第2のパターン配列による抽出手段2005で求められる95%の信頼区間(図25の斜線部分)の外に存在する確率が非常に高い。

【0371】ところで、オフセット合わせ手段2002の処理時点で、この処理の対象となる画像に利用情報Inf2が存在しない場合には、信頼度距離d1の出現頻度分布も正規分布2501のようになる。

【0372】この場合、利用情報Inf2に対応する64個の信頼度距離d1の全てが式(25.1)の信頼区間に含まれない確率は、 $(1 - 0.95)$ の64乗と非常に小さい。

【0373】従って、信頼度距離d2に基づいて正規分布2501を求めておけば、この正規分布の大半を占める範囲に、信頼度距離d1に基づいて求められた出現頻度分

布が含まれるか否かを考えることにより、付加情報Inf(利用情報Inf2)が埋め込まれているか否かをほぼ確実に判断できる。

【0374】統計検定手段2006では、上述した様な性質を用いて付加情報Inf(利用情報Inf2)が埋め込まれていることの信頼度を判断する。

【0375】本実施の形態では、利用情報Infが埋め込まれていることの信頼度を、信頼性指標Dとして扱う。

【0376】この信頼性指標Dは、利用情報抽出手段2003で生成する全ての信頼度距離d1における、式(25.1)の範囲の外に存在する信頼度距離d1の個数の割合で定義される。

【0377】統計検定手段2006は、この信頼性指標Dが閾値 α より大きければ、信頼度距離d1の総合的な出現頻度分布は図25の2502や2503の様な位置に人為的に偏らされているもの、即ち利用情報Inf2が確実に埋め込まれている画像であると判断する。

【0378】従って、ここでの判定に使用された信頼度距離d1自体が、信頼性の有る情報であると考え、この信頼度距離d1を更に後段の比較手段2007へ転送することを許可する。

【0379】なお、信頼性指標Dは、図32の信頼性表示ステップ3210に示される様に、利用情報Inf2の信頼性指標D、或いは指標Dに基づくメッセージをモニタ等に表示しても良い。

【0380】例えば、信頼性指標Dが閾値 α より大きくない場合は、「利用情報Inf2は正確に抽出できていません」との趣旨のメッセージを表示させ、図32の統計検定ステップ3207から画像を再度入力するステップ2902に戻る。

【0381】[3-8比較処理]図20の比較手段2007は、利用情報抽出手段2003と統計検定手段2006とを経て出力された信頼度距離d1の値を入力する。ここに入力される信頼度距離d1は信頼性の高い情報であるので、ここでは信頼度距離d1に対応する各ビット情報が“1”と“0”の何れであるかを単純に判定するだけで良い。

【0382】具体的には、利用情報Inf2を構成するあるビット情報の信頼度距離d1が正であれば、このビット情報が“1”であると判定し、信頼度距離d1が負の場合はこのビット情報が“0”であると判定する。

【0383】上記判定により得られた利用情報Inf2は、ユーザーの参照情報、或いは制御信号にする為の最終的なデータとして出力される。

【0384】以上で、付加情報の埋め込みから抽出まで

の一連の処理の説明を終わる。

【0385】(変形例) 以上の実施の形態において、付加情報Inf (利用情報Inf₂) には誤り訂正符号化されたものを用いることも可能であり、そうする事によって、更に抽出された利用情報Inf₂の信頼性が向上する。

【0386】なお、本発明は、複数の機器 (例えばホストコンピュータ、インタフェース機器、リーダ、プリンタ等) から構成されるシステムの1部として適用しても、1つの機器 (たとえば複写機、ファクシミリ装置) からなるものの1部に適用してもよい。

【0387】また、本発明は上記実施の形態を実現する為の装置及び方法のみに限定されるものではなく、上記システム又は装置内のコンピュータ (CPUあるいはMPU) に、上記実施の形態を実現する為のソフトウェアのプログラムコードを供給し、このプログラムコードに従って上記システムあるいは装置のコンピュータが上記各種デバイスを動作させることにより上記実施の形態を実現する場合も本発明の範疇に含まれる。

【0388】またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が上記実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給する為の手段、具体的には上記プログラムコードを格納した記憶媒体は本発明の範疇に含まれる。

【0389】この様なプログラムコードを格納する記憶媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0390】また、上記コンピュータが、供給されたプログラムコードのみに従って各種デバイスを制御することにより、上記実施の形態の機能が実現される場合だけではなく、上記プログラムコードがコンピュータ上で稼働しているOS (オペレーティングシステム)、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して上記実施の形態が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の範疇に含まれる。

【0391】更に、この供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能格納ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上記実施の形態が実現される場合も本発明の範疇に含まれる。

【0392】なお、上記実施の形態ではコーンマスクを用いて電子透かし情報を埋め込む場合について説明したが、本発明はこれに限らない。特にブルーノイズマスクを用いて電子透かし情報を埋め込む場合も本発明の範疇に含まれる。

【0393】また、上述した種々の特徴点の少なくとも

1つを含む構成であれば本発明の範疇に含まれる。

【0394】

【発明の効果】 以上説明した様に、本発明によれば、グレイスケールの画像に対して画質の劣化を抑えつつ、効率良く電子透かし情報を埋め込むことができる。

【0395】特に、元の画像データが輝度、色差成分で構成されるカラー画像データとしてJ P E G方式等で圧縮符号化される場合に適した電子透かし情報の埋め込みが行える。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】 電子透かし埋め込み装置の全体構成ブロック図

【図2】 電子透かし抽出装置の全体構成ブロック図

【図3】 印刷系処理において抽出側で生成された画像データの一例を示す図

【図4】 レジストレーション信号埋め込み手段のブロック図

【図5】 レジストレーション信号を説明する図

【図6】 信頼度距離演算手段を示す図

【図7】 スケール合わせ手段のブロック図

20 【図8】 レジストレーション信号の抽出を説明する図

【図9】 付加情報の埋め込み時及び抽出時に用いるパターン配列を示す図

【図10】 付加情報埋め込み手段のブロック図

【図11】 埋め込み位置決定手段のブロック図

【図12】 コーンマスク及びブルーノイズマスクの概念図

【図13】 人間の視覚の空間周波数特性を示す図

【図14】 ブルーノイズマスク、コーンマスクの空間周波数特性を示す図

30 【図15】 位置参照マスクを説明する図

【図16】 位置参照マスク内の埋め込み位置を示す概念図

【図17】 図16のマスクに各パターン配列を展開する様子を示す図

【図18】 全画像において付加情報Infの埋め込みに必要な領域のを示す図

【図19】 付加情報Infを埋め込む演算を説明する図

【図20】 付加情報抽出手段を説明する図

【図21】 付加情報Infを抽出する様子を説明する図

40 【図22】 付加情報Infが存在しないにも拘わらず、抽出しようとした様子を示す図

【図23】 原画像から信頼度距離dを抽出した場合の理想的な出現頻度分布を示す図

【図24】 電子透かしが埋め込まれた画像から信頼度距離dを抽出した場合を示す図

【図25】 本実施の形態における信頼度距離d₁, d₂の出現頻度分布の例を説明する図

【図26】 レジストレーション信号の埋め込みと抽出の原理を説明する図

50 【図27】 オフセット合わせ処理を行う様子を示した図

【図 28】オフセット合わせ処理を説明するフローチャート

【図 29】空間領域におけるレジストレーション信号埋め込み手段のブロック図

【図 30】パッチワーク法における二つの集合を説明する図

【図 31】電子透かし埋め込み処理の全体を説明するフローチャート

【図 32】電子透かし抽出処理の全体を説明するフローチャート

【図 33】図 9 のパターンに直交するパターン配列の例を示す図

【図 34】“直交する”パターン配列を説明する図

【図 35】第 1、第 2 の位置参照マスクの例を示した図

【図 36】付加情報 Inf の構成を示す図

【図 37】ブルーノイズマスク内の各係数の一例を示す図

【図 38】コーンマスクの画素値の各係数の一例を示す図

図

【図 39】人間の視覚の色度空間数特性を示す図

【図 40】J P E G 方式における最小符号化単位を示す図

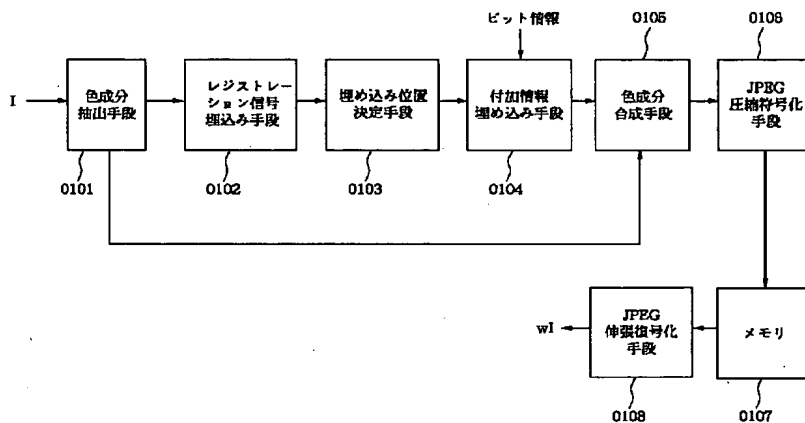
【図 41】J P E G 方式における輝度、色差成分のサンプリングを示す図

【図 42】パターン配列の正、負の操作部分（パッチ）を示す図

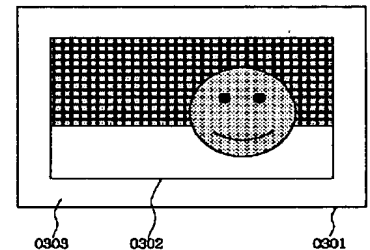
【符号の説明】

- 10 0101 色成分抽出手段
0102 レジストレーション信号埋め込み手段
0103 埋め込み位置決定手段
0104 付加情報埋め込み手段
0105 色成分合成手段
0106 J P E G 圧縮符号化手段
0107 メモリ
0108 J P E G 伸張符号化手段

【図 1】



【図 3】

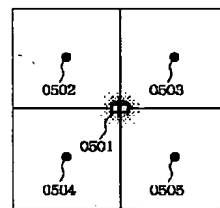


【図 9】

【図 2】



【図 5】



0601

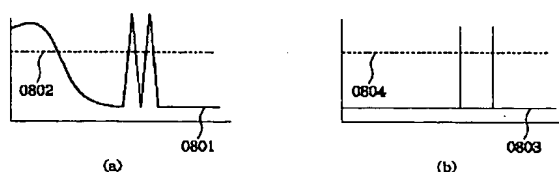
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c

【図 37】

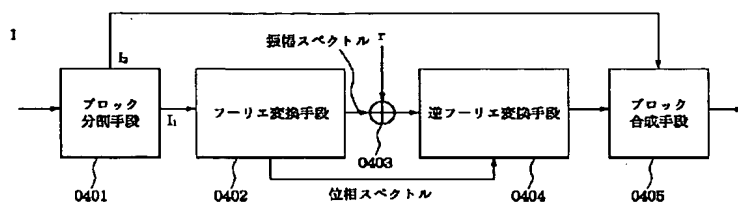
69	211	9	217	16	35	190	101
87	197	109	180	117	212	71	114
166	29	55	143	104	145	86	130
64	206	179	48	240	232	108	154
87	40	91	224	37	32	223	194
203	214	106	231	169	4	208	24
47	186	27	61	2	156	81	213
251	84	202	184	170	10	48	138

ブルーノイズマスクの係数配置 (一部)

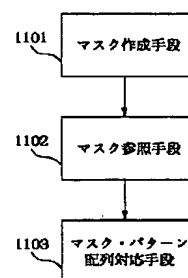
【図 8】



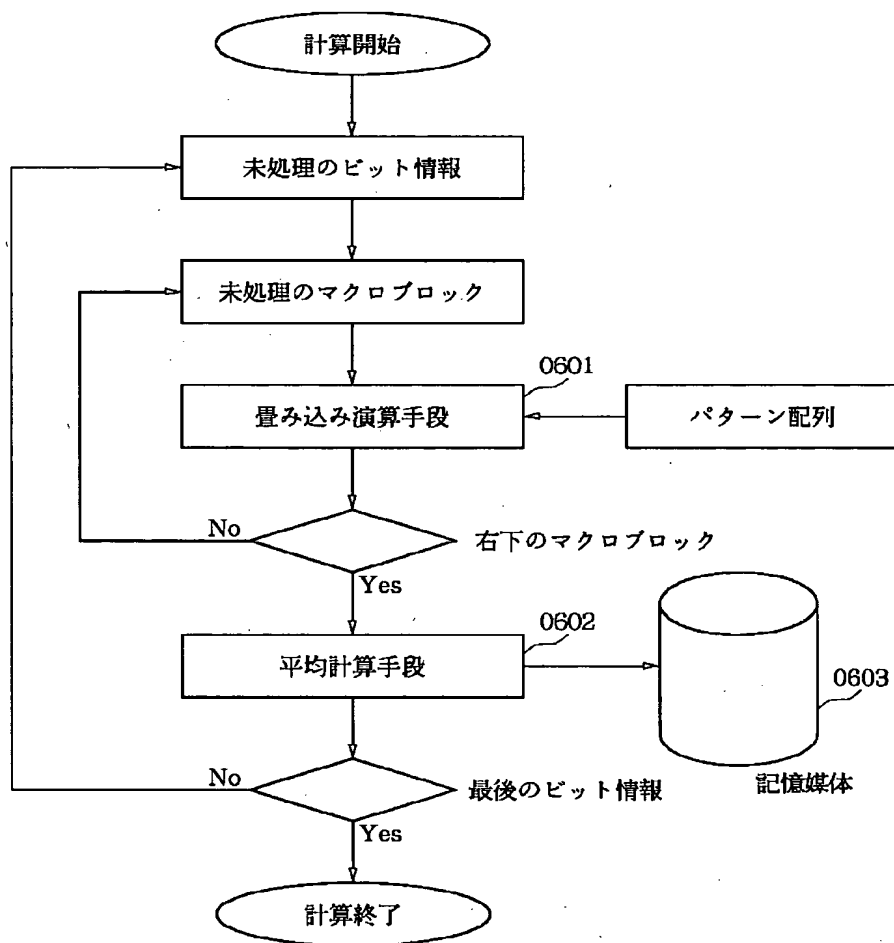
【図 4】



【図 11】



【図 6】



【図 15】

1501

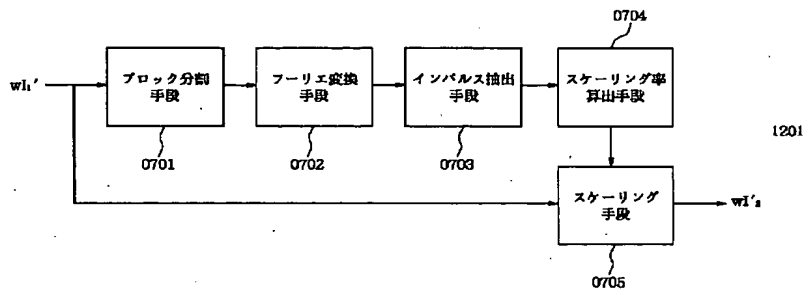
0	14	13	3
11	5	6	8
7	9	10	4
12	2	1	15

【図 16】

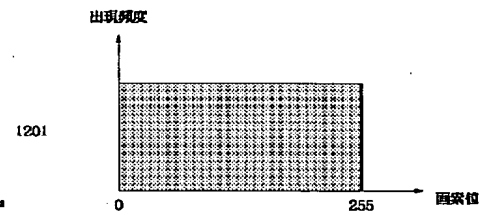
1601

0	14	13	3
11	5	6	8
7	9	10	4
12	2	1	15

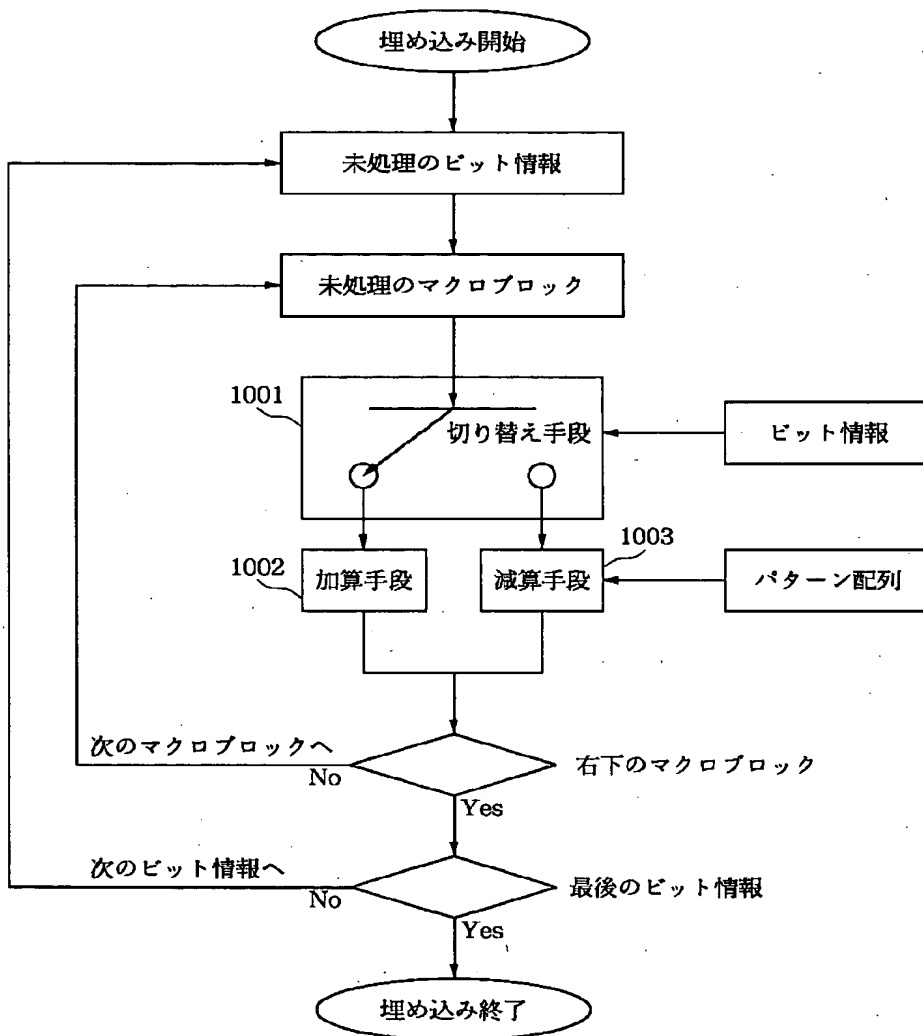
【図 7】



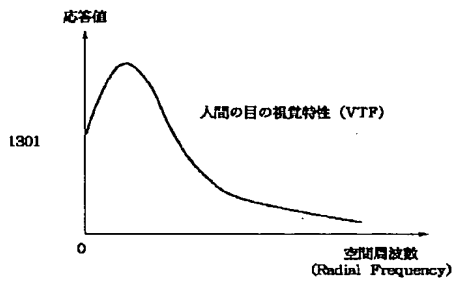
【図 12】



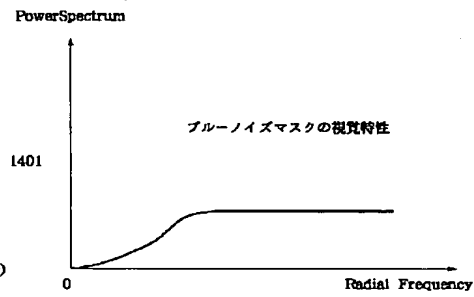
【図 10】



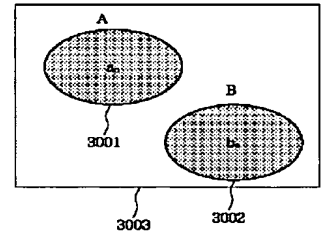
【図 13】



【図 14】



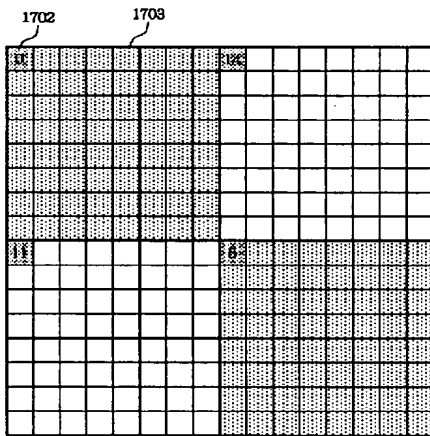
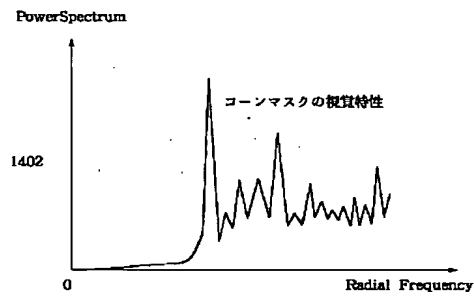
【図 30】



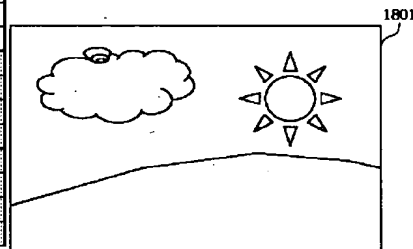
【図 17】

1701

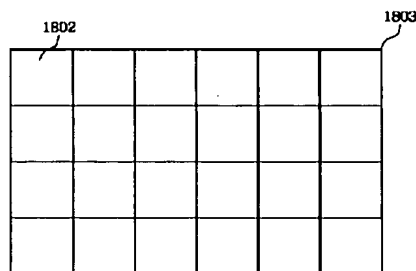
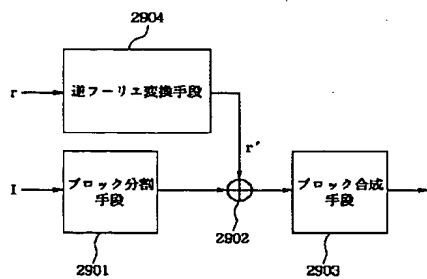
14	13	3
11	5	8
9	10	4
12	2	15



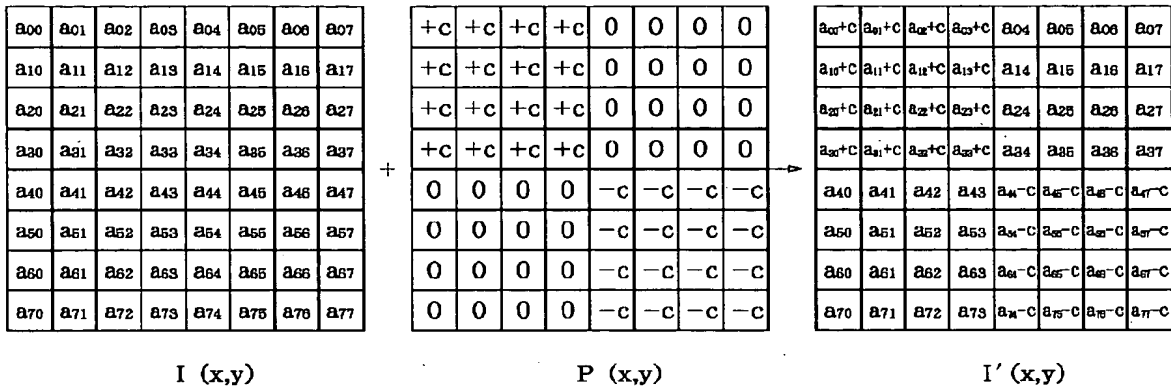
【図 18】



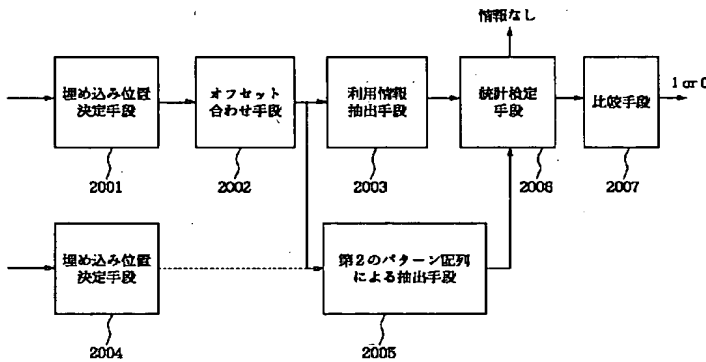
【図 29】



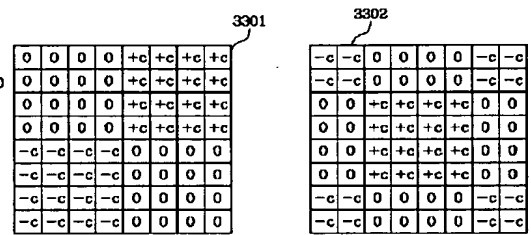
【図 19】



【図 20】



【図 33】

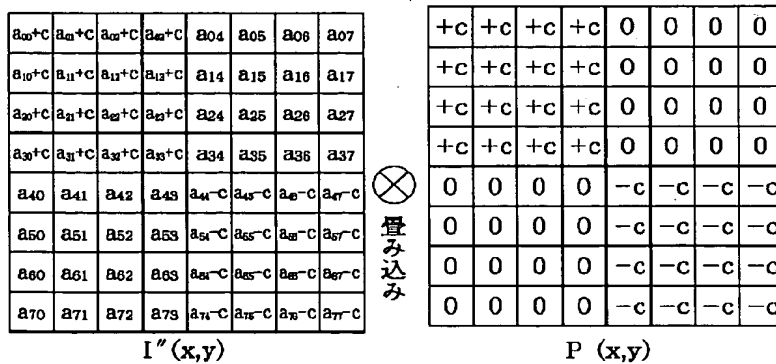


【図 38】

73	244	124	207	70	254	117	196
38	177	11	132	43	186	4	133
104	221	93	231	100	211	85	237
23	151	55	165	25	153	56	172
67	250	113	193	79	240	123	203
47	188	1	142	33	183	14	125
99	215	83	232	111	218	91	227
28	157	60	171	17	147	51	160

コーンマスクの係数配置 (一部)

【図 21】



【図 22】

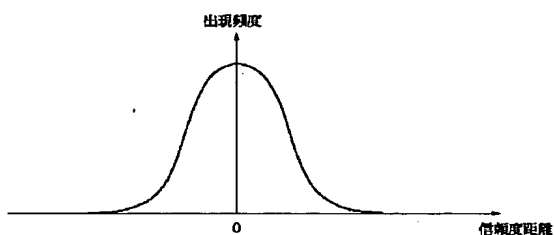
a00	a01	a02	a03	a04	a05	a06	a07
a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17
a20	a21	a22	a23	a24	a25	a26	a27
a30	a31	a32	a33	a34	a35	a36	a37
a40	a41	a42	a43	a44	a45	a46	a47
a50	a51	a52	a53	a54	a55	a56	a57
a60	a61	a62	a63	a64	a65	a66	a67
a70	a71	a72	a73	a74	a75	a76	a77

$$I''(x,y) \otimes P(x,y) = 0$$

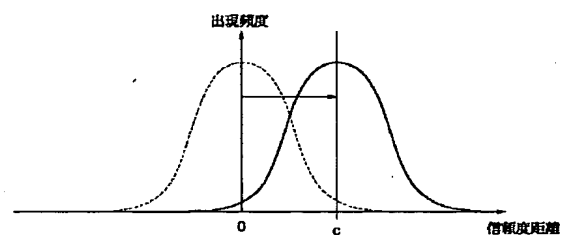
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c

畳み込み

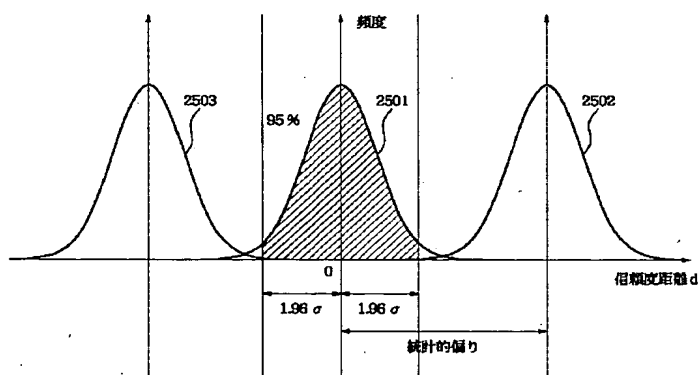
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【図 34】

0	0	0	0	+c	+c	+c	+c
0	0	0	0	+c	+c	+c	+c
0	0	0	0	+c	+c	+c	+c
0	0	0	0	+c	+c	+c	+c
-c	-c	-c	0	0	0	0	0
-c	-c	-c	0	0	0	0	0
-c	-c	-c	0	0	0	0	0
-c	-c	-c	0	0	0	0	0

$$\otimes$$

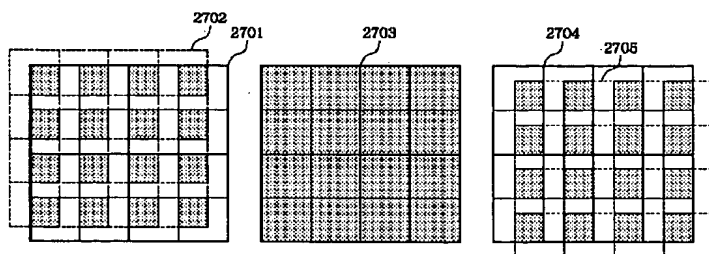
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
+c	+c	+c	+c	0	0	0	0
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c
0	0	0	0	-c	-c	-c	-c

畳み込み

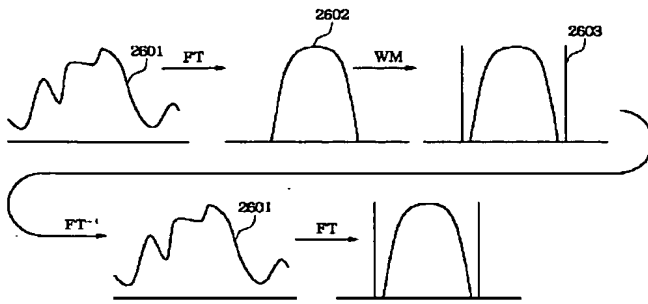
【図 35】



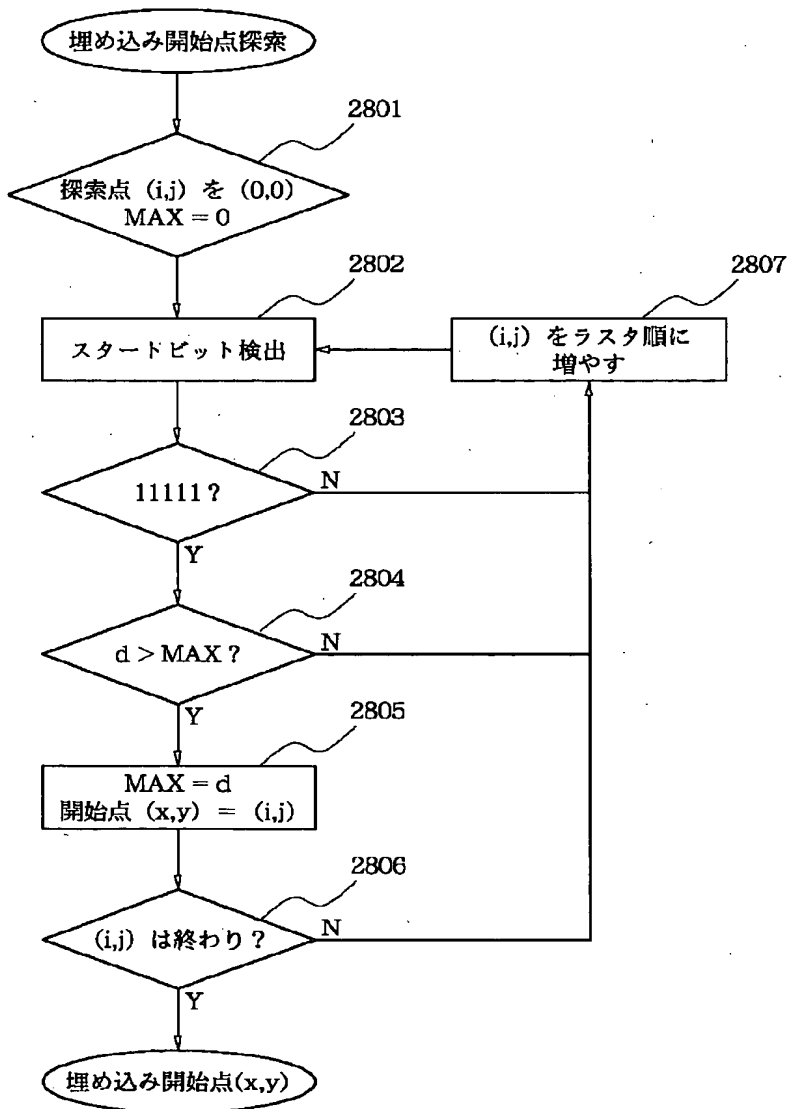
【図 27】

第1の
埋め込み位置参照マスク第2の
埋め込み位置参照マスク

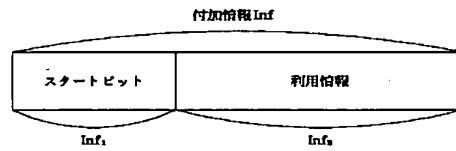
【図 26】



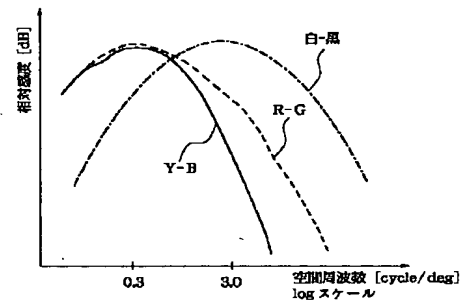
【図 28】



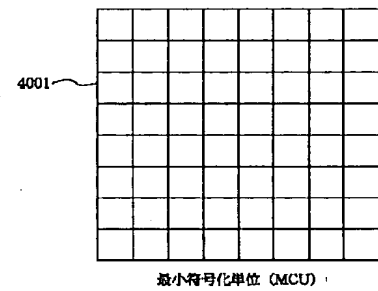
【図 36】



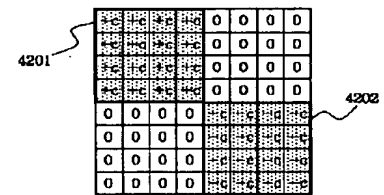
【図 39】



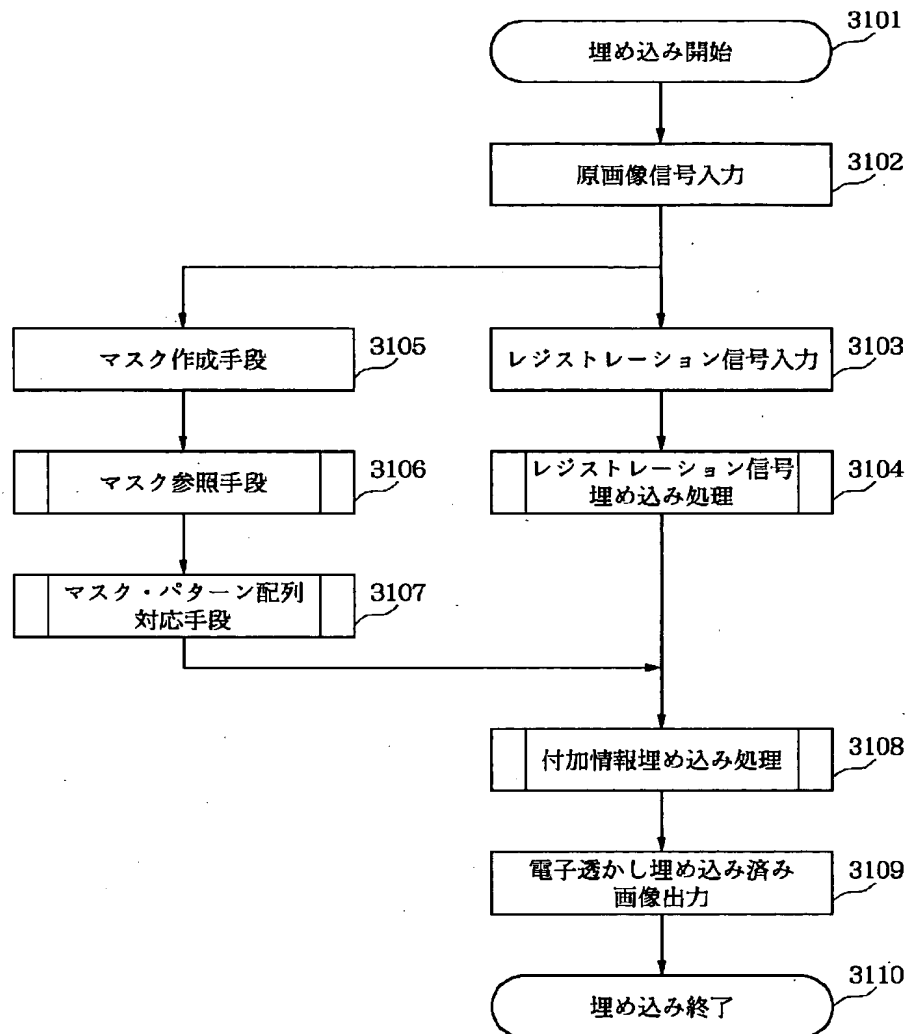
【図 40】



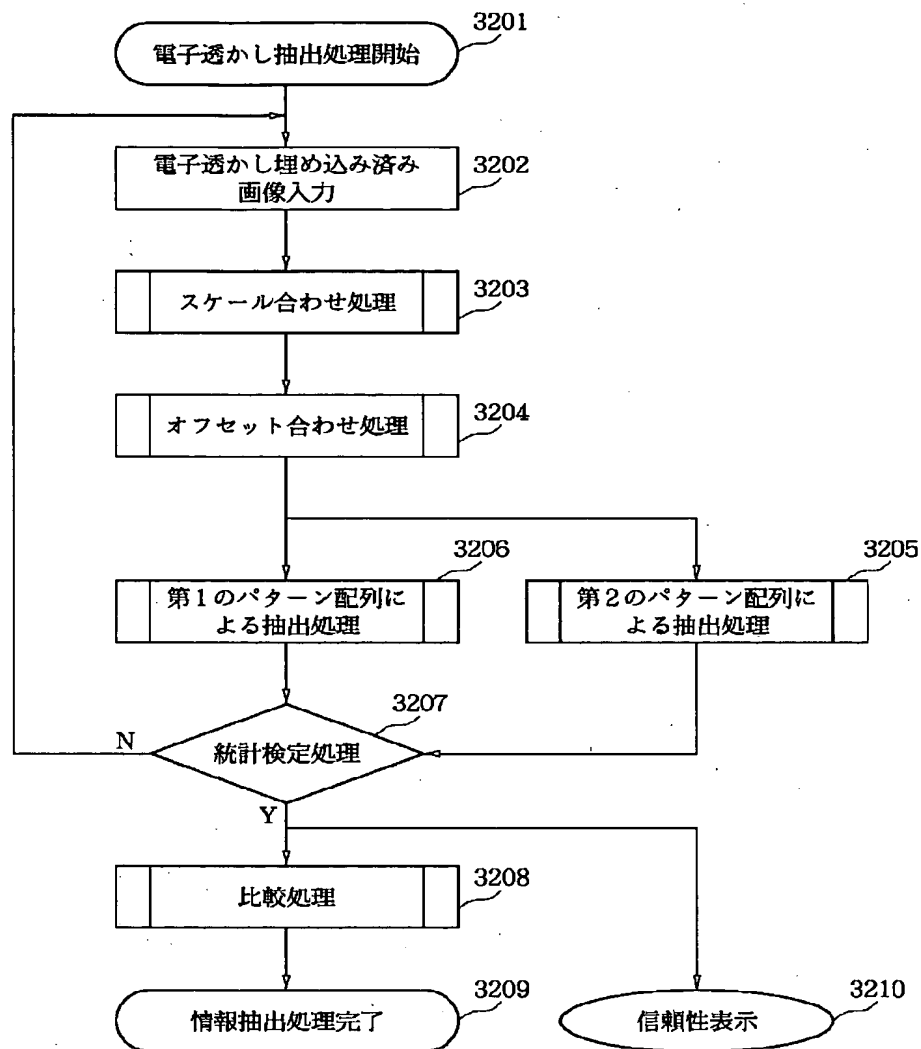
【図 42】



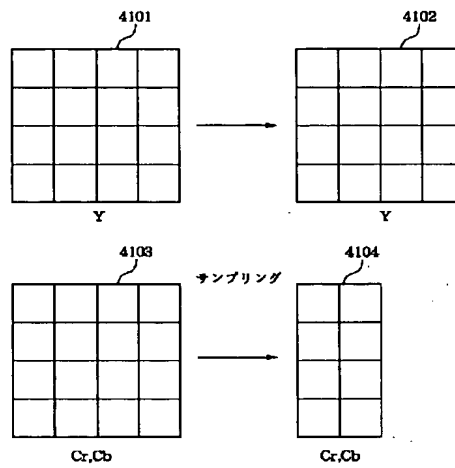
【図31】



【図 32】



【図 41】



フロントページの続き

F ターム (参考) 5B057 CA02 CA08 CA12 CA16 CB01
 CB08 CB12 CB16 CE14 DA20
 DB02 DB05 DC25
 5C076 AA14 AA26 AA36 BA06 BA09
 5C078 AA04 BA32 BA44
 5C079 HA11 LA02